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

30 SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA

5 al 7 de Septiembre del 2018

Centro de Convenciones Posada del Río
Av. Hidalgo No. 1280, Col. Centro, Gomez Palacio, Durango, Mex.

MEMORIA

ISSN 2594-1437

Editores

M. C. José Manuel Vázquez Navarro
M.C. Magali Jeaneth López Calderón
M.C. Roberto Soto González
M.C. Sonia Yasmin Camacho Rodríguez
Lic. Rolando Santana Rodríguez

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

30 SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA

5 al 7 de Septiembre del 2018

Centro de Convenciones Posada del Río
Av. Hidalgo No. 1280, Col. Centro, Gomez Palacio, Durango, Mex.

ISSN 2594-1437

MEMORIA

EDITORES:
M. C. José Manuel Vázquez Navarro
M.C. Magali Jeaneth López Calderón
M.C. Roberto Soto González
M.C. Sonia Yasmin Camacho Rodríguez
Lic. Rolando Santana Rodríguez

Artículos de las conferencias y carteles presentados en el Centro de Convenciones Posada del Río en Gómez Palacio, Dgo., México los días 05, 06 y 07 de Septiembre del 2018

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/semana30.html

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

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

30 SEMANA INTERNACIONAL DE AGRONOMÍA

5 al 7 de Septiembre del 2018

Centro de Convenciones Posada del Río
Av. Hidalgo No. 1280, Col. Centro, Gomez Palacio, Durango, Mex.

ISSN 2594-1437

Co-Editores

M. C. Jorge Alberto Granados Niño
M. C. Karen Luevano Gaspar
M. C. Juan Jesús Montelongo Balderas
M. C. Judith Puentes Gutiérrez
Dra. Alejandra Valenzuela García
C. P. Teresa Valenzuela García
M. C. Mayarín de Jesús Vázquez Navarro

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 cumplireron las indicaciones, cuando no fue asi, los editores acordaron ajustar a un formato y corregir algunos errores, que a juicio de estos ameritaba. Sin embargo la información original jamas se modifico y, aunque puede haberse cometido varios 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 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 30 años de manera consecutiva, denominado Semana Internacional de Agronomía.

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, así 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 de 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 doscientos 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 encontrarán en esta sección trabajos relativos a la producción agrícola, producción pecuaria y medio ambiente.

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
SECCION CONFERENCIAS

PÁG.

VIVIENDO EN EL ANTROPOCENO EN LAS ZONAS ÁRIDAS: EL ALCANCE DE LA RED INTERNACIONAL PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LAS ZONAS ÁRIDAS (RISZA) **1**
Dra. Elisabeth Huber-Sannwald

REDUCCIÓN DE ALMIDÓN CON FUENTES DE FIBRA NO FORRAJERA EN DIETAS DE VACAS LECHERAS: META-ANÁLISIS **5**
Sánchez-Duarte J. I.

RIZOBACTERIAS NATIVAS Y SU EFECTO COMO BIO-FERTILIZANTES EN PLÁNTULAS DE CHILE POBLANO, CULTIVADOS EN INVERNADERO **11**
Apolinar González Mancilla, Juan José Almaraz Suarez, Ronald Ferrera Cerrato, María del Pilar Rodríguez Guzmán, Oswaldo Rey Taboada Gaytán, Antonio Trinidad Santos

UTILIZACIÓN DE IMPLANTES Y ADITIVOS DE GANADO BOVINO PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE **18**
Alejandro González Assef

INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS FRESCOS **24**
Dr. Efren Delgado

PRODUCCIÓN DE TOMATE EN MALLA SOMBRA FERTILIZADO CON ABONO ORGÁNICO **27**
Cirilo Vázquez Vázquez, Erik Estrada Arellano, Alejandro Barajas Espinoza, Miguel Ángel Gallegos Robles, Ignacio Orona Castillo

ÍNDICE
SECCIÓN CARTELES

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, PARASITOLOGÍA AGRICOLA

PÁG

CARACTERIZACIÓN MORFOLOGICA Y FISIOQUÍMICA DE SORGOS PARA GRANO 34
Ma. Eugenia Cisneros López, Noé Montes García, Flor Elena Ortiz Chairez y María Genoveva Álvarez Ojeda

ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE CLONES Y VARIEDADES DE PAPA DEL CAMPO EXPERIMENTAL SALTILLO 40
Víctor M. Parga Torres, Juan M. Covarrubias Ramírez, Francisco Ramírez Cerecero y Víctor M. Zamora Villa.

ASPERSIÓN FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTOS DE PEPINO 46
Silvia Citlay Ramírez Rodríguez, Pablo Preciado Rangel, Alma Velia Ayala Garay, Lilia Salas Pérez, Manuel Fortis Hernández

ALTERNATIVA DE PREVENCIÓN DE CLOROSIS FÉRRICA EN SOYA CON QUELATO EDDHA 51
Arturo Díaz Franco, Martin Espinosa Ramírez y Flor Elena Ortiz Chairez

RESPUESTA DEL MAÍZ A DIFERENTES FUENTES RACIONALES DE FERTILIZACIÓN MINERAL Y BIOLÓGICA 57
Arturo Díaz Franco, Martin Espinosa Ramírez y Florencia Alejandro Allende

AREAS POTENCIALES PARA CHILE HABANERO DE RIEGO EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN 63
Ramírez Jaramillo G.

EVALUACIÓN EN CAMPO DE LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO ADAPTADAS A ESTRÉS, EN EL CICLO 2017-2018 69
Ivón Alejandra Rosas Jauregui, Guillermo Fuentes Dávila, Carlos Antonio Ayón Ibarra, José Luis Félix Fuentes y Pedro Félix Valencia

EVALUACIÓN DEL 5to CONSORCIO DE RENDIMIENTO DE TRIGO HARINERO EN FECHA TARDIA, EN EL VALLE DEL YAQUI EN EL CICLO 2017-2018 74
Ivón Alejandra Rosas-Jauregui, Guillermo Fuentes-Dávila, Carlos Antonio Ayón-Ibarra, José Luis Félix-Fuentes y Pedro Félix-Valencia

COMPLEJO HORMONAL Y MICRONUTRIENTES EN MANDARINA EN TRES CICLOS DE EVALUACIÓN 79
Juan José Galván Luna, Ma. Guadalupe Pérez Ovalle Víctor Manuel Reyes Salas, Marco Antonio Bustamante García, y Fabiola Aureoles Rodríguez.

EVALUACION DE VARIEDADES DE TRIGO HARINERO Y DURO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS **85**
Héctor Manuel Cortinas Escobar y Héctor Eduardo Villaseñor Mir

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE FRIJOL PINTO Y NEGRO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS **89**
Héctor Manuel Cortinas Escobar y Jorge Alberto Acosta Gallegos

REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL (TILLETIA INDICA) DE VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO EN EL CICLO 2015-2016 **94**
Guillermo Fuentes Dávila, Ivón Alejandra Rosas Jáuregui, Carlos Antonio Ayón Ibarra, José Luis Félix Fuentes y Miguel Alfonso Camacho Casas

REACCIÓN A LA PUNTA NEGRA (Alternaria spp.) DE LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO HARINERO EN EL CICLO 2015-2016 **101**
Guillermo Fuentes Dávila, Ivón Alejandra Rosas Jáuregui, Carlos Antonio Ayón Ibarra, José Luis Félix Fuentes y Miguel Alfonso Camacho Casas

PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DEL SORGO A DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD DEL SUELO **107**
Marco A. Inzunza Ibarra, Ernesto A. Catalán Valencia, Magdalena Villa Castorena y Rutilo López López

CALIDAD FISIOLOGICA DE SEMILLA EN GENOTIPOS DE CHILE JALAPEÑO **113**
Hipólito Hernández Hernández, David Sánchez-Aspeytia, Moisés Ramírez Meraz, Mario Ernesto Vázquez-Badillo

SELECCIÓN DE LÍNEAS MEJORADAS DE FRIJOL CON VALORES ALTOS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL GRANO EN DURANGO **120**
Rigoberto Rosales Serna, Hilario Flores Gallardo, Arely Consepción Estrada Flores, Cynthia Adriana Nava Berumen e Ixchel Abby Ortiz-Sánchez

SELECCIÓN DE LÍNEAS MEJORADAS DE FRIJOL CON RENDIMIENTO ALTO PARA DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN DURANGO **127**
Rigoberto Rosales Serna, Mauricio Salvador Meza Simental, Miguel Ángel Gurrola Martínez, Ixchel Abby Ortiz Sánchez y Erika Cecilia Gamero Posada.

EFECTO DE LA DOSIFICACIÓN DE NUTRIENTES SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAÍZ CULTIVADO EN DURANGO **135**
Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo, Rolando García Castillo, Oscar Gilberto Alaníz Villanueva y Sonia Valdez Ortega.

ESTABLECIMIENTO ASÉPTICO PARA LA GERMINACIÓN *IN VITRO* DE NOGAL PECANERO *Carya illinoinensis*. **142**
Zaira Yuridia Mendiola Fuentes, Jorge Armando Chávez Simental, Cecilia Pulido Díaz, José Rodolfo Goche Telles, Guillermo González Cervantes.

CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), BAJO DOS FUENTES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL MUNICIPIO DE TLAHUALILO, DGO., MÉXICO. **148**
María Esther Ríos Vega, Ma de Jesús Urrutia Olivarez, Uriel Figueroa Viramontes, Jorge Luis Rivera Hernández.

FRECUENCIA DE AISLAMIENTO DE HONGOS ASOCIADOS A LA SECADERA DE LA FRESA EN JACONA MICHOACAN **153**
María Gabriela Ramirez Valadez, Ma. de Lourdes Rodríguez Mejía, Marcelo Acosta Ramos, Juan Fernando Solís Aguilar

PATOGENICIDAD DE HONGOS ASOCIADOS A LA SECADERA DE LA FRESA EN JACONA, MICHOACAN. **159**
María Gabriela Ramirez Valadez, Ma. de Lourdes Rodríguez Mejía, Marcelo Acosta Ramos, Juan Fernando Solís Aguilar

DINÁMICA POBLACIONAL DE *Anthonomus grandis* BOHEMAN, EN LA COMARCA LAGUNERA **166**
Puentes-Gutiérrez Judith, Nava-Camberos Urbano, Ávila-Rodríguez Verónica, Romero Mendez Ulises y Rodríguez-Estrada José Luis

MONITOREO DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE VEGETACIÓN EN ALFALFA **171**
Arturo Reyes González, Antonio Anaya Salgado, Luis Maconetzin Isidro Requejo, Damián Torres Hernández y Juan Guillermo Martínez Rodríguez

EFECTO DEL HÍBRIDO Y DOSIS DE ESTIÉRCOL BOVINO SOLARIZADO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FORRAJE DE MAÍZ **178**
Gallegos-Robles M. A., González-Salas U., Vázquez-Vázquez C., Fortis-Hernández M., García-Hernández J. L.

FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO DE MAÍZ **185**
Oralia Antuna Grijalva, José Antonio López Murillo, Armando Espinoza Banda, Genny Llaven Valencia y José Luis Coyac Rodríguez

EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DEL PICUDO DEL CHILE *Anthonomus eugenii* CANO (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN LA REGIÓN CENTRO-SUR DE CHIHUAHUA **191**
Gamaliel Orozco Hernández, Francisco Báez Iracheta y Paulina Nava Ruiz

PÉRDIDAS EN PLANTAS DE CHILE CON SÍNTOMAS DE INFECCIÓN POR BEGOMOVIRUS EN LOS LLANOS, DURANGO, MÉXICO. **198**
Maihualy Fernández Martínez y Rodolfo Velásquez Valle

PRESENCIA DE CHICHARRITAS EN PARCELAS DE ALFALFA EN AGUASCALIENTES, DURANGO Y ZACATECAS, MÉXICO. **203**
Rodolfo Velásquez Valle y Maihualy Fernández Martínez

NEMATODOS ASOCIADOS A PLANTAS DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) CON SÍNTOMAS DE AMARILLAMIENTO EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO **208**
Maihualy Fernández Martínez y Rodolfo Velásquez-Valle

CARACTERÍSTICAS DE FRUTOS COLECTADOS EN PLANTAS DE CHILE CON INFECCIONES NATURALES DE VIRUS Y BACTERIAS EN DURANGO, MÉXICO **213**
Rodolfo Velásquez Valle, Maihualy Fernández Martínez y Manuel Reveles Hernández

CONTENIDO DE AZÚCARES EN TALLO Y CRECIMIENTO DEL SORGO DULCE ASOCIADO CON TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS **220**
Luis Eduardo Arias Chávez, Jorge Humberto Villarreal Rodas, Juan Francisco Pérez Domínguez, Primitivo Díaz Mederos

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE SORGO DULCE ASOCIADO CON LEGUMINOSAS EN LA REGIÓN SUR DE LOS ALTOS DE JALISCO **226**
Luis Eduardo Arias Chávez, Jorge Humberto Villarreal Rodas, Juan Francisco Pérez Domínguez, Primitivo Díaz Mederos

PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO CON BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO **232**
García-de la Paz N. C., Gallegos-Robles M. A, Vázquez-Vázquez C., García-Hernández J. L.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CALIDAD EN SORGO Y MIJO EN CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA REGIÓN LAGUNERA EN CICLO DE VERANO-OTOÑO. **237**
Antonio Anaya Salgado, Arturo Reyes González, Damián Torres Hernández, Luis M. Isidro Requejo, Juan G. Martínez Rodríguez

EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PROGRAMACIÓN DE RIEGO Y NECESIDADES HÍDRICAS DEL MAÍZ EN LA LAGUNA **244**
Juan G. Martínez Rodríguez, Antonio Anaya Salgado, Isidro Reyes Juarez, Arturo Reyes Gonzalez y Damián Torres-Hernandez

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA OREJONA EN DURANGO, MÉXICO **250**
Blanca Isabel Sánchez Toledano, Rafael Jiménez Ocampo, Maihualy Martínez Fernández

EL ALMACENAMIENTO INFLUYE EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE DOS VARIEDADES DE TUNA **257**
Raquel K. Cruz Bravo, Salvador Horacio Guzmán Maldonado, Hilda Alejandra Araiza Herrera, Jorge A. Zegbe

AREAS POTENCIALES PARA PRODUCIR COCOTERO DE TEMPORAL EN MÉXICO **263**
Ramírez Jaramillo G., Cortazar Ríos M., Oropeza Salín C, Ramírez Silva J., Balderas Palacios G.

EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ ROJA EN EL RENDIMIENTO Y CALIBRE DE TOMATE BAJO INVERNADERO **268**
Alejandro Rodríguez Guillén; Enrique González Pérez; Salvador Villalobos Reyes

EFECTO DE UNA MANTA TÉRMICA DE POLIPROPILENO COMO DOBLE CUBIERTA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO INVERNADERO **277**
Alejandro Rodríguez Guillén; Enrique González Pérez; Salvador Villalobos Reyes

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA EN CUATRO VARIEDADES DE FRIJOL BAJO RIEGO EN ZACATECAS **285**
Cid Ríos José Ángel, Velásquez Valle Rodolfo, Reveles Hernández Manuel y Figueroa González Juan José[1]

EFECTO DIFERENCIAL DEL IMPACTO DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA SOBRE POLIFENOLES EN PLANTAS DE CHILE **289**
Mayra Denise Herrera, Mariana de Jesús Castañeda Silva, Jaime Mena Covarrubias, Luis Roberto Reveles Torres

VARIABILIDAD FENOTÍPICA DE 20 HÍBRIDOS DE MAÍZ DE ENDOSPERMO BLANCO EVALUADOS BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN NOROESTE DE SINALOA. **294**
Llaven valencia Genny; Peinado Fuentes Luis A, Hernández Hernández Aide, Antuna Grijalva Oralia, Coyac Rodríguez José Luis

PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE AJO CON USO DE GALLINAZA Y FERTILIZANTES QUÍMICOS **300**
Manuel Reveles-Hernández, José Ángel Cid-Ríos, Rodolfo Velásquez-Valle

RECOLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE EJEMPLARES DE FRIJOL SILVESTRE (*Phaseolus vulgaris* L. EN EL VALLE DE POANAS DEL ESTADO DE DURANGO. **304**
Macario García Ramírez, David Ramírez Noya, Gabriel Alejandre Iturbide, Liliana Wallander Compeán.

COMPORTAMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare* L.), EN EL NORTE DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES **308**
Domínguez-López René .F., Macías-Valdez Luis. M., Quiroz-Andrade Fabián .J., Galindo-Reyes Manuel. A., De Velasco-Galván Soren, H.

CONTENIDO DE LICOPENO EN TOMATES ESTABLECIDOS EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO BAJO INVERNADERO **315**
Núñez Aguilar, N. E.; Rodríguez Guillén, A.; Muñoz Ramos, J. J.; Hernández López, D.

USO DE CUATRO BIOFERTILIZANTES PARA LA PRODUCCIÓN DE CALABAZA *Cucurbita pepo.,* BAJO INVERNADERO EN DURANGO **322**
Maihualy Martínez Fernández, Homero Sarmiento López, Saúl Santana Espinoza, Sergio Rosales Mata, Gabriela Ramírez

RENDIMIENTO DE LA CALABAZA EN RESPUESTA AL ABONADO MEDIANTE CUATRO ALTERNATIVAS ORGÁNICAS, BAJO INVERNADERO EN DURANGO **327**
Maihualy Martínez Fernández, Homero Sarmiento López, Sergio Rosales Mata, Saúl Santana Espinoza, María Gabriela Ramírez Valadez

APLICACIÓN DE INSECTICIDAS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* EN MAÍZ. **333**
Jaime Hernández Barrón, Saúl Santana Espinoza, Marco Antonio Nieves Martinez, Hilario Flores Gallardo, Gabriel Jurado Medina

HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ PARA GRANO EN LA COMARCA LAGUNERA **338**
Armando Espinoza Banda, Oralia Antuna Grijalva, José Luis Coyac Rodríguez

VALIDACIÓN DEL USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. **346**
Alma Angélica Ortiz Avalos, Juan Manuel Cortés Jiménez,Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera González

EFECTO DE LA MALEZA DE VERANO SOBRE EL RENDIMIENTO DE CÁRTAMO ORGÁNICO **351**
Alma Angélica Ortiz Avalos, Juan Manuel Cortés Jiménez, Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera González

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE VERDOLAGA (*Portulaca oleracea* L.) COMO CULTIVO DE COBERTURA, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA. **356**
Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Ávalos, Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera González

EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE FÓSFORO EN EL SUELO, SOBRE SU EXTRACCIÓN UNITARIA EN TRIGO. VALLE DEL YAQUI, SONORA. **361**
Juan Manuel Cortés Jiménez, Alma Angélica Ortiz Ávalos, Gerardo Zazueta Encinas, Miguel Rivera González

RESPUESTA FISIOLÓGICA DE PLANTAS DE FRIJO CON ESTRÉS HÍDRICO A LA APLICACIÓN FOLIAR DE SUSTANCIAS QUÍMICAS **366**
Ma. Magdalena Villa Castorena, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Hilario Macías Rodríguez, María del Rosario Jacobo Salcedo

EVALUACIÓN DE AROMATICO – MEDICINALES PARA PREVENIR FUNGOSIS EN VARETAS DE HIGUERA EN PROPAGACIÓN VEGETATIVA **372**
Hilario Macías Rodríguez, Arcadio Muñoz Villalobos, Miguel Rivera González, Gerardo Delgado Ramírez, Ma. Magdalena Villa Castorena

EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES CRIOLLAS DE AJONJOLÍ *(Sesamum indicum L.),* EN LA COMARCA LAGUNERA **380**
Sonia Yasmín Camacho Rodríguez, José Manuel Vázquez-Navarro, Uriel Figueroa Viramontes[2] y Aurelio Carrillo Ruiz

APLICACIÓN FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO EN EL CULTIVO DE TOMATE **387**
Oscar Sariñana Aldaco; Pablo Preciado Rangel; Manuel Fortis Hernández; Alma Velia Ayala Garay

MEJORAMIENTO DE AJO POR SELECCIÓN INDIVIDUAL PARA LA GENERCIÓN DE LA VARIEDAD ORIÓN **392**
Luis Martín Macías Valdez, Luis Humberto Maciel Pérez, René Félix Domínguez López, Manuel Antonio Galindo Reyes, Arturo Cruz Vázquez

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA Y PROMOCIÓN DE BROTACIÓN EN VID (*Vitisvinifera L*.) "RED GLOBE" EN AGUASCALIENTES **398**
Manuel Antonio Galindo Reyes, ZeltzinNataly Rivero Romo y Emmanuel Bautista Reyes

FOTOSÍNTESIS DE LA ALFALFA EN EL OTOÑO EN LA COMARCA LAGUNERA **404**
Edmundo Castellanos Pérez, Ana I. Maraña Santacruz, Ulises N. Gutiérrez Guzmán, Esmirna P. de la Cerda, J. Santos Serrato Corona.

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA EN TRES FORMAS DE SELENIO EN PLANTAS DE FRIJOL PINTO SALTILLO **410**
María del Rosario Jacobo-Salcedo, Ma. Magdalena Villa Castorena, Ricardo Trejo Calzada, Uriel Figueroa Viramontes

ESTIMACION DE LA DEMANDA HIDRICA DEL MAIZ MEDIANTE SENSORIA REMOTA. **416**
Enrique MiguelValle; Carlos Miguel Ramos Cruz; Gerardo Delgado Ramírez;Orlando Ramírez Valle

EFECTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SOBRE EL TAMAÑO DE FRUTO DEL MELÓN PRODUCIDO FUERA DE TEMPORADA EN FECHA TARDÍA EN LA COMARCA LAGUNERA. **424**
Arturo Gaytán Mascorro., YasminIleana Chew Madinaveitia, David Guadalupe Reta Sánchez, y José Alfredo Samaniego Gaxiola.

INCIDENCIA DE MILDIU VELLOSO EN MELÓN CON USO DE MICROTUNELES DE AGRIBÓN Y ACOLCHADO CON PLÁSTICOS DE COLORESEN FECHA TARDÍA EN LA COMARCA LAGUNERA **432**
YasminIleanaChew Madinaveitia, ArturoGaytán Mascorro, José Alfredo Samaniego Gaxiola, y David Guadalupe Reta Sánchez

DESARROLLO INICIAL DE UNA PLANTACIÓN DE *Pinus engelmannii*Y *Pinus greggii* CON PLANTA DE DIFERENTES NIVELES DE PREACONDICIONAMIENTO APLICADOS DURANTE SU PRODUCCIÓN EN VIVERO **437**
Homero Sarmiento López, Sergio Rosales Mata, Maihualy Martínez Fernández, Ma. Del Cármen Orozco Flores

EVALUACIÓN DE BACTERIAS (PGPR) HALOTOLERANTES, SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TOMATE PRODUCIDO BAJO CONDICIONES DE MALLA SOMBRA **444**
Manuel Fortis Hernández, Pablo Preciado Rangel, Radames Trejo Valencia, Jesús Antonio Martínez Guerrero y Jesica L. Coria Arellano

DETERMINACIÓN DE LA DEPRESIÓN ENDOGÁMICA DE HÍBRIDOS DE TOMATE OBTENIDOS DE CRUZAS INTERESPECÍFICAS **450**
Hernández-Leal, E.; Bonilla-Barrientos, O. Hernández-Bautista, A; Maltos-Buendía, J[1]; Martínez-Yáñez, B.

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS DE VAINILLA (Vanilla planifolia G. Jackson) EN CAMPO OBTENIDOS DE MANERA *in vitro*. **456**
Hernández-Leal E.; Bonilla-Barrientos; O.; Maltos-Buendía, J; Reyes-López D; Hernández-Días K.Y.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CUATRO ACOLCHADOS EN EL CULTIVO DE DURAZNERO EN AGUASCALIENTES **462**
Erick Baltazar Brenes y Manuel Antonio Galindo Reyes

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE TRES SEMBRADORAS DE PRESICIÓN PARA EL CULTIVO DE FRIJOL DE TEMPORAL A CUATRO HILERAS **468**
Erick Baltazar Brenes, Francisco Garibaldi Márquez, Ernesto Martínez Reyes, Esteban Osuna Ceja, Raúl Vidal García Hernández

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL EFECTO DE *Fusarium* EN HÍBRIDOS DE MAÍZ COMERCIALES PARA GRANOEN AGUASCALIENTES **473**
Erick Baltazar Brenes, Dolores Briones Reyes, Alfonso Peña Ramos

INFESTACIONES Y DAÑOS DE INSECTOS PLAGA EN ALGODONERO NO Bt Y Bt EN LA COMARCA LAGUNERA **479**
Urbano Nava-Camberos, Verónica Ávila-Rodríguez, José Luis García-Hernández, Jorge Maltos-Buendía

INCIDENCIA Y NIVEL DE DAÑO DEL GUSANO BARRENADOR DEL RUEZNO DEL NOGAL EN LA COMARCA LAGUNERA, CICLOS 2017- 2018 **486**
Jorge Maltos-Buendía, Urbano Nava-Camberos, Verónica Ávila-Rodríguez y Enrique Hernández-Leal

FENOLOGÍA, DESARROLLO VEGETATIVO Y FRUCTIFERO DE VARIEDADES DE ALGODONERO CONVENCIONAL Y TRANSGÉNICO **493**
Clara Valente Joachin, José Luis García Hernández, Urbano Nava Camberos, Verónica Ávila Rodríguez y Guillermo Córdova Ruiz

EVALUACIÓN DE PARCELAS DE VALIDACIÓN EN TRIGOS CRISTALINOS CICLO 2010-11 **500**
José Luis Félix Fuentes, Ivon Alejandra Rosas Jáuregui, Guillermo Fuentes Dávila

CARACTERIZACION MOLECULAR DE LINEAS AVANZADAS DE TRIGO HARINERO (*Triticumaestivum*) **503**
José Luis Félix Fuentes, Ivon Alejandra Rosas Jáuregui, Guillermo Fuentes Dávila

ENTOMOFAUNA DEPREDADORA ASOCIADA A *Melanaphis sacchari* ZEHNTNER, EN SORGO FORRAJERO, EN LA COMARCA LAGUNERA **510**
Verónica Ávila-Rodríguez,Urbano Nava-Camberos Emigdio Morales Oláis Jesús Lumar Reyes-Muñoz y José Luis Estrada-Rodríguez

ESTIMACION DE LA VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CONCENTRACION DE NITROGENO EN MAIZ FORRAJERO MEDIANTE SENSORIA REMOTA **517**
Miguel Rivera González, Gerardo Delgado Ramírez , Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Hilario Macías Rodríguez

RESPUESTA DE LA HIGUERA A LA APLICACIÓN DE NITROGENO Y POTASIO EN RIEGO POR GOTEO Y ALTA POBLACION EN LA REGION LAGUNERA **524**
Miguel Rivera González, Hilario Macías Rodríguez,Gerardo Delgado Ramírez y Juan Estrada Avalos

MÉTODOS DE EXPOSICIÓN SEMILLA Y PLÁNTULA DE MELON CON *Trichodermaharzianum* **530**
José Alfredo Samaniego-Gaxiola, YasmínChew Madinaveitia, Arturo Gaytán Mascorro, Pedroza-Sandoval, A.

USO DEL MÉTODOGRAVIMÉTRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL HÍDRICO EN NOPAL TUNERO **536**
Valentín Melero Meraz; Jorge A. Zegbe Domínguez; Miguel Servín Palestina

DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE FRUTOS DE DURAZNO [*Prunnus pérsica* (L.) Batsh] CRIOLLO EN RESPUESTA AL ABONADO ORGÁNICO **543**
Valentín Melero Meraz; Alberto Ruiz Lara;Ramón Gutiérrez Luna

RENDIMIENTO DE SORGO FORRAJERO USANDO DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZANTES ORGANICOS E INORGANICOS. **550**
Jorge Alberto Granados Niño, Jesús Granados García, Tania Alejandra Vázquez Cardona y Edmundo Castellanos Pérez.

CRECIMIENTO DEL CHILE TIPO ANCHO EN FUNCIÓN DE LA APLICACIÓN FRACCIONADA DE COMPOSTA **558**
Manuel Antonio Galindo-Reyes, Juan Enrique López-Hernández, René Félix Domínguez-López, Erick Baltazar-Brenes y Osias Ruíz-Álvarez

RENDIMIENTO DE SEMILLA DE CEBADA Y SU RELACIÓN CON LA DOSIS Y FUENTE DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA **564**
Miguel A. Avila Perches, Mauro R. Zamora Díaz, A. Josué Gámez Vázquez, Ramón Huerta Zurita y F. Paúl Gámez Vázquez.

VALIDACIÓN DE UN INVERNADERO INTELIGENTE EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersiconesculentum*M.) **571**
Ruiz-Ortega, Francisco Javier; Esquivel-Murillo, Karina;Hernández-Antúnez Aleida; Soto-Álvarez, Claudia Elena; Palomares-AdameAlma Veronica

PRODUCCIÓN PECUARIA

PÁG

PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS ALIMENTADAS BAJO CONDICIONES DE PASTOREO EXTENSIVO Y EXPUESTAS A UN FOTOPERIODO ARTIFICIAL **579**
Flores, M.J., Hernández, H, Vélez, L.I.

LOS DÍAS LARGOS ARTIFICIALES INCREMENTAN LOS NIVELES DE IGF-1 EN CABRITOS NACIDOS EN EL OTOÑO **584**
Flores, M.J., Hernández, H, Vélez, L.I.

IMPACTO ECONÓMICO DEL USO DEL ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO EN LA DIETA DE VACAS LACTANTES PARA INCREMENTAR CALIDAD DE LECHE **590**
Maldonado-Jáquez, J.A., Granados-Rivera, L.D., Bautista-Martinez Y., Dominguez-Martínez, P.A.

EFECTO DEL HORARIO DE COMPLEMENTACIÓN SOBRE LA PRODUCCION Y COMPOSICION DE LECHE EN CABRAS LACTANTES **597**
Maldonado-Jáquez, J.A., Granados-Rivera, L.D., Argüelles-Verdugo, E.A., Dominguez-Martínez, P.A, Sánchez-Duarte, J.I.

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO EN EL OCCIDENTE DE TABASCO. **602**
Argüelles-Verdugo, E.A., Granados Rivera, L.D., Maldonado-Jáquez, J.A., Bautista-Martínez, Y.

EFECTO DE LA COMPLEMENTACIÓN CON *Moringa oleífera* A CABRAS LOCALES BAJO PASTOREO EXTENSIVO EN LA EPOCA SECA **608**
Argüelles-Verdugo, Emanuel Antonio, Granados-Rivera, Lorenzo Danilo, Maldonado-Jáquez, Jorge Alonso, Figueroa-Viramontes, Uriel, Pastor-López, Francisco Javier.

SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA: EFECTO EN LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y CONGELABILIDAD DE SEMEN DE TOROS **612**
René A. Ramírez, Hugo Bernal[1], David Domínguez, Mayela P. Gallegos[3], Rubén J. Cervantes

ESTUDIO DE LA SEROPREVALENCIA DE *Chlamydophila abortus* EN HATOS DE CABRAS PRODUCTORAS DE LECHE EN TRES ESTADOS DE MÉXICO **619**
Genoveva Álvarez Ojeda, Isidro Humberto Almeyda León, Ana Belén Hernández Hernández, Santiago Saavedra Alonso y Beatriz Arellano Rivera

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE DE CABRAS COMPLEMENTADAS EN LACTANCÍA TARDÍA DURANTE LA ÉPOCA SECA EN LA COMARCA LAGUNERA **623**
Maldonado-Jáquez, Jorge Alonso, Granados-Rivera, Lorenzo Danilo, Argüelles-Verdugo, Emanuel Antonio, Domínguez-Martínez, Pablo Alfredo

POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS LOCALES EN LACTANCIA TEMPRANA Y TARDÍA COMPLEMENTADAS EN LA EPOCA SECA **628**
Maldonado-Jáquez, J.A., Granados-Rivera, L.D., Argüelles-Verdugo, E.A., Dominguez-Martínez, P.A., Torres-Hernández, G.

TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD EN BECERROS UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE SUMINISTRO DE CALOSTRO **633**
Ramiro González Avalos, Carlos Alfredo Mejía Estrada, Rafael Ávila Cisneros, Blanca Patricia Peña Revuelta Norma Rodríguez Dimas

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ALIMENTACIÓN DE BECERRAS LACTANTES UTILIZANDO SUSTITUTO DE LECHE **638**
Ramiro González Avalos, Armando de la Cruz López, Jesús Enrique Cantú Brito, Blanca Patricia Peña Revuelta José González Avalos

PROBLEMAS PRODUCTIVOS CAUSADOS POR ABORTOS EN VAQUILLAS HOLSTEIN FRIESIAN **643**
Ramiro González Avalos, Ignacio Martínez González, Juan Leonardo Rocha Valdez, Blanca Patricia Peña Revuelta José González Avalos

EFECTO DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN LÍQUIDA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO E INCIDENCIA DE DIARREA Y NEUMONÍA EN BECERRAS LACTANTES HOLSTEINJ. **648**
Santos Serrato Corona, Juan De Dios Taylor Sánchez, Edmundo Castellanos Pérez y Héctor Donaciano García Sánchez

COMPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA DE GANADO BOVINO EN CONDICIONES DE PASTOREO **653**
Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Rafael Jiménez Ocampo, Emmanuel Soto González, Luis Alonso Ibarra Pallán, Jorge Alonso Maldonado Jáquez

CURVAS DE LACTANCIA POR PARIDAD EN VACAS HOLSTEIN: MODELO DE WOOD **657**
Gallegos H.M.P., Reveles S.F.O., Toca R.J.A. [1]Pinzón D.C.E., Saucedo Q.J.S.,

CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO* DE CUATRO ADITIVOS NATURALES PARA LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN ENGORDA **662**
Pámanes-Carrasco, Gerardo A.; Murillo-Ortiz, Manuel; Herrera-Torres, Esperanza; Moreno-Medina, Cuauhtémoc U.; Santiago-Adame, Rubén

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL, PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE GAS Y PRODUCCIÓN DE METANO *IN VITRO* AL INCLUIR *Leucaena leucocephala* EN DIETAS DE BOVINOS **669**
Araiza Ponce Karina Aide, Murillo Ortiz Manuel, Pámanes Carrasco Gerardo Antonio, Carrete Carreón Francisco Oscar, Reyes Estrada Osvaldo.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE SOCA DE SORGO EN CAPRINOS **676**
Patricia Rivera Salmerón, J. Santos Serrato Corona y Héctor Donaciano García Sánchez

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO AMONIACAL Y UREICO EN CABRAS ALIMENTADAS CON SOCA DE SORGO **681**
Patricia Rivera Salmerón, J. Santos Serrato Corona y Héctor Donaciano García Sánchez

PREFERENCIA DE GLICERINA CRUDA DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL POR BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE **687**
Rafael Jiménez Ocampo Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Lina Alejandra Sánchez Vázquez del Mercado, Luis Alonso Ibarra Pallán, Saúl Santana Espinoza

AVANCES DE INVESTIGACIÓN: USO DE GLICERINA CRUDA EN LA ALIMENTACIÓN DE GANADO BOVINO EN CORRAL **692**
Rafael Jiménez Ocampo, Pablo Alfredo Domínguez Martínez,David Alejandro Fraire Contreras, Ana Beth Gámiz Piedra, Emmanuel Soto González

DESARROLLO Y COMPORTAMIENTO SEXUAL DEL MACHO CABRÍO CON DIFERENTE NIVEL NUTRICIONAL POSTRATAMIENTO FOTOPERIODICO **697**
Vélez MLI. , Flores NMJ., Chávez SAU., y Rosales NCA.

CONVERSION ALIMENTARIA DE BOVINOS ALIMENTADOS CON GRANO SECO DE DESTILERIA VERSUS PASTA DE CANOLA COMO COMPONENTE PROTEICO EN DURANGO, MÉXICO **702**
Reveles Saucedo Fanny Olivia, Carrete Carreón Francisco Oscar, Rosales Serna Rigoberto, Gallegos de la Hoya Mayela Patricia y Toca Ramírez José A.

EFECTO DE UNA COMPLEMENTACIÓN CON MINERALES SOBRE LA TASA OVULATORIA Y DE GESTACIÓN EN CABRAS MULTIRRACIALES INSEMINADAS A TIEMPO FIJO **707**
De Santiago-Miramontes MA, Machado-Ramos MG, Ángel GO, Guillén MJM, Véliz-Deras FG

CARACTERIZACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA EFICACIA FÍSICA DE LA RACIÓN CON LA RUMIA, EN VACAS HOLSTEIN Y JERSEY **712**
Montelongo Gutiérrez Zuleyma, Robles Trillo Pedro Antonio, Rodríguez Martínez Rafael, Veliz Deras Francisco Gerardo

INCLUSIÓN DE PASTA DE CARINATA EXTRAÍDA MECÁNICAMENTE EN PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN RESTRINGIDA PARA VAQUILLAS HOLSTEIN. **718**
Karla Rodríguez-Hernández, Jill L. Anderson

VALORACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA QUE CONSUME EL GANADO CAPRINO PARA LAS COMUNIDADES RURALES DE LA COMARCA LAGUNERA **724**
Miguel Palomo-Rodríguez, Uriel Figueroa Viramontes, Magali Jeaneth López Calderón, Damián Chavarría Nava y Miguel Ángel Méndez Guzmán

ECONOMÍA, MAQUINARIA AGRÍCOLA, MANEJO DE RECURSOS NATURALES, RASPA

PÁG

VALIDACIÓN EN CONDICIONES DE SECANO DE SEMBRADORA NEUMÁTICA PARA SIEMBRA EN CAMAS A CUATRO HILERAS **731**
Esteban Salvador Osuna Ceja, Francisco Garibaldi Márquez, Raúl Vidal García Hernández y Ernesto Martínez Reyes

UTILIZACIÓN DE LAS TICs PARA DETERMINAR LA BIOMETRÍA DE TRES VARIEDADES DE FRIJOL Y SU COMPARACIÓN EN PRODUCCIÓN DE EJOTE Y GRANO SECO. **738**
Avila-Cisneros Rafael, Rocha-Valdez Juan Leonardo, González-Torres Anselmo, González-Avalos Ramiro, Ogaz Alfredo.

FERTILIZACIÓN NITROGENADA BASADO EN OFERTA DEL SUELO Y DEMANDA DEL MAÍZ EN *Luvisoles ródicos* DE CAMPECHE, MÉXICO **744**
J.H. Ramírez Silva, A. de J. Cano González y N.G. Uzcanga Pérez.

RENTABILIDAD DEL MAÍZ ZAC BEH CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOFERTILIZANTES EN DOS *Luvisoles ródicos* DE YUCATÁN MÉXICO. **750**
J.H. Ramírez Silva, M.G. Lozano Contreras, G. Ramírez Jaramillo, y.B. Moguel Ordoñez.

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LA HARINA DE COTILEDÓN DE FRIJOL FLOR DE MAYO DOLORES **757**
Lucia Alvarez Guerrero, Blanca Isabel Sánchez Toledano, Raquel Cruz Bravo, Marco Andrés López Santiago.

CANALES Y MÁRGENES DE COMERCIALIZACIÓN: UN ESTUDIO DE CASO PARA LA GUAYABA EN FRESCO DE AGUASCALIENTES. **763**
Mercedes Borja Bravo, Mario Adolfo Guerrero Muñoza, Silvia Xochilt Almeraya Quintero, Gabriel Alejandro Macías Pérez, Sergio Arellano Arciniega.

PREDICCIÓN DE LA PRESENCIA DE *Euphorbia antisyphilitica* Zucc MEDIANTE PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO **770**
Alejandro Moreno-Reséndez; José Antonio Hernández-Herrera; Luis Manuel Valenzuela-Núñez; Martin Martínez-Salvador

RECONSTRUCCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIONAL OCTUBRE-MAYO CON *Pinus cembroides* EN RIVA PALACIO, CHIHUAHUA **777**
Emilia Raquel Pérez Evangelista; Carlos Miguel Ramos Cruz; Fátima del Rocío Reyes Camarillo; José Villanueva Díaz

EVALUACIÓN DE LA RED DE ESTACIONES AGROCLIMATOLÓGICAS AUTOMATIZADAS DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN **783**
Emilia Raquel Pérez Evangelista; Carlos Miguel Ramos Cruz; Isidro Humberto Almeyda León; Lorenzo Danilo Granados Rivera; Rogelio Molina Muñoz

USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA MEDICIÓN DE VARIABLES PARA RIEGO SUPERFICIAL **789**
Carlos Miguel Ramos Cruz; Gerardo Delgado Ramirez; Juan Estrada Avalos; Diego Domínguez Alemán

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO MEDIANTE VARIABLES CLIMÁTICAS DE LA REGIÓN CITRÍCOLA DE NUEVO LEÓN **796**
Carlos Miguel Ramos Cruz; Gerardo Delgado Ramirez; Ernesto Alonso Catalán Valencia

PRONÓSTICO DEL RIEGO DE CULTIVOS EN LAS REGIONES PACÍFICO, GOLFO Y SURESTE DE MÉXICO **810**
Catalán Valencia Ernesto Alonso, Villa Castorena Magdalena, Inzunza Ibarra Marco Antonio, Delgado Ramírez Gerardo

SISTEMA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL ESTABLECIMIENTO DE LOS CULTIVOS EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, BASADO EN LA DISPONIBILIDAD Y MANEJO DE AGUA DE RIEGO EN ZACATECAS. **817**
Casas-Flores José Israel, Servin-Palestina Miguel, Medina-Garcia Guillermo.

DIFERENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA VERDE DE *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. EN EL CENTRO Y SUR DE COAHUILA, MÉXICO **824**
Adrián Hernández-Ramos, Antonio Cano-Pineda, Celestino Flores-López, Jonathan Hernández-Ramos y Xavier García-Cuevas.

AJUSTE DE ECUACIONES ALOMÉTRICAS DE BIOMASA VERDE DE CANDELILLA EN OCHO POBLACIONES NATURALES EN COAHUILA **830**
Adrián Hernández-Ramos, Antonio Cano-Pineda, Celestino Flores-López, Jonathan Hernández-Ramos y Xavier García-Cuevas.

INDICADORES REGIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS ZONAS PRODUCTORAS DE TUNA EN MÉXICO **836**
Guillermo Medina-García, Jorge A. Zegbe Domínguez, José Israel Casas Flores

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LAS ZONAS PRODUCTORAS DE TUNA EN MÉXICO **841**
Guillermo Medina-García, Jorge A. Zegbe Domínguez, José Israel Casas Flores

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO AL EXTRUIDO DE COTILEDÓN ELABORADA DE HARINA DE FRIJOL FLOR DE MAYO DOLORES **848**
Isidro-Requejo, Luis Maconetzín; Cruz-Bravo, Raquel Karina; Recio-Rocha, Katherine Selene; Anaya-Salgado; Antonio

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE NIEVE DE GARRAFA DE SABOR FRESA Y COCO ELABORADA CON LECHE DE CABRA PASTEURIZADA **855**
Isidro-Requejo, Luis Maconetzín; Torres-Hernandez, Damian; Reyes-González, Arturo

CALIDAD DE PÉLETS ELABORADOS MEDIANTE LA DENSIFICACIÓN DE MATERIAL LIGNOCELULÓSICO DE MARALFALFA PRODUCIDA EN DURANGO **861**
Julio César Ríos Saucedo, Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo y Pablo Alfredo Domínguez Martínez y Artemio Carrillo Parra.

PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE PÉLETS DE *Eucalyptus globulus* Labill DE PLANTACIONES DENDORENERGÉTICAS EN DURANGO **868**
Julio César Ríos Saucedo, Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo y José Antonio Mijares y Artemio Carrillo Parra.

DETERMINACIÓN DE CURVAS DE NIVEL PARA LA NIVELACIÓN DE UN PIVOTE CENTRAL MEDIANTE TOPOGRAFÍA DE PRECISIÓN **875**
Enrique Miguel Valle; Carlos Miguel Ramos Cruz

SUPERVIVENCIA DE *Pinus greggii* ENGELM., EN UNA PLANTACIÓN FORESTAL COMERCIAL EN NUEVO IDEAL, DURANGO **881**
Guzmán-Ortega A., Goche-Télles J. R., Prieto-Ruíz J. A. Carrillo-Parra A. y Vázquez-Cisneros I.

ACTUALIZACIÓN PRELIMINAR DE LA SUPERFICIE INVADIDA POR JARILLA EN DIFERENTES ECOSISTEMAS DE DURANGO **886**
Rigoberto Rosales Serna, Ivón Monserrat Cerda Hurtado, Julio César Ríos Saucedo, Pablo Alfredo Domínguez Martínez y Rafael Jiménez Ocampo

DOSIFICACIÓN DE NUTRIENTES Y SU INFLUENCIA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL SOTOL Y MAGUEY CULTIVADOS EN DURANGO **893**
Julio César Ríos Saucedo, Sandra Concha López, Rigoberto Rosales Serna y Sergio Rosales Mata

TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS PARA OBTENCIÓN DE PLANTA DE DURAZNILLO CIMARRÓN (*Prunus cercocarpifolia* VILLARREAL) ESPECIE ENDÉMICA DE LA SIERRA DE ZAPALINAMÉ, COAHUILA. **901**
Adriana Antonio-Bautista, Francisco Castillo-Reyes, David Castillo-Quiroz, J. Trinidad Sáenz-Reyes y Muñoz-Flores Jesús Hipolito.

DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y UBICACIÓN DE POTENCIALES INDIVIDUOS LONGEVOS DE (*Taxodium mucronatum* Ten.) EN "LOS PEROLES" SAN LUIS POTOSÍ **908**
Aldo Rafael Martínez Sifuentes, José Villanueva Díaz, Fátima del Rocío Reyes Camarillo, Juan Estrada Ávalos

UTILIDAD DEL POTENCIAL PRODUCTIVO EN LA PLANEACIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES DE CANDELILLA EN COAHUILA **914**
Antonio Cano Pineda, Adrián Hernández Ramos, Celestino Flores López, Martín Martínez Salvador

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA LAGUNA UTILIZANDO LAS RUTAS DE CONCENTRACION REPRESENTATIVAS (RCP´s) **920**
Juan G. Martínez Rodríguez, Antonio Anaya Salgado, Arturo Reyes González , Isidro Reyes Juarezy Damián Torres – Hernandez

PRODUCCIÓN DE INOCULANTES A BASE DE *Azospirillum spp*. NATIVAS DEL VALLE DEL GUADIANA, DURANGO, MÉXICO **926**
Erika Cecilia Gamero Posada, Alondra Ibarra Ramírez*, Blanca Andrea Perales Ponce, Sonia Valdez Ortega e Ixchel Abby Ortiz Sánchez

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CARBÓN DE MEZQUITE ELABORADO CON HORNO PORTÁTIL Y MADERA PRODUCIDA EN DURANGO, MÉXICO **932**
Blanca Isabel Sánchez Toledano, Rafael Jiménez Ocampo, Julio César Ríos Saucedo

RENDIMIENTO DE FORRAJE EN PASTO NAVAJITA SOMETIDO A DEFOLIACIÓN MECÁNICA Y POR FUEGO **939**
Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Rafael Jiménez Ocampo, Saúl Santana Espinoza, Jorge Alonso Maldonado Jáquez, Lorenzo Danilo Granados Rivera

RENDIMIENTO DE FORRAJE EN PASTO NAVAJITA SOMETIDO A DEFOLIACIÓN **944**
Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Rafael Jiménez Ocampo, Saúl Santana Espinoza, Jorge Alonso Maldonado Jáquez, Lorenzo Danilo Granados Rivera

DESARROLLO DE TALLARINES CON HARINA DE COTILEDONES DE FRIJOL **949**
Raquel Cruz-Bravo, Nallely Falfán-Cortés, Ricardo Navarro-Cortez, Daniel Guajardo-Flores, Gabriela Gutiérrez-Dorado.

PROPUESTA PARA DISMINUIR LAS FUERZAS INERCIALES EN UNA PILETEADORA COMPACTA **955**
Martínez Reyes Ernesto, Garibaldi Márquez Francisco y Rojas Santillán Carlos

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA MEDIR LA FUERZA NECESARIA PARA LA EXTRACCION DE PLANTAS DE FRIJOL **961**
Martínez Reyes Ernesto, Zamora López Lucero Guadalupe, Rojas Santillán Carlos, Garibaldi Márquez Francisco

INSTRUMENTACIÓN DE UN DOSIFICADOR MECÁNICO EN UN MÓDULO DE PRUEBA **968**
Carlos Rojas Santillán, Ernesto Martínez Reyes

EL USO DEL COTILEDÓN DE FRIJOL INCREMENTA LA CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES EN PASTAS TIPO TALLARÍN **974**
Mayra Denise Herrera, Raquel Karina Cruz Bravo, Mariana de Jesús Castañeda Silva, Gabriela Aralim Gutiérrez Dorado

CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE SEIS VARIEDADES DE FRIJOL *(Phaseolus vulgaris)* DE LA REGIÓN MIXTECA, OAXACA. **979**
Benítez S.A. E, Preciado R. P, Álvarez V De P, Sánchez C.E.

OPORTUNIDADES ECONOMICAS PARA LOS CAPRINOCULTORES DE LA REGIÓN LAGUNERA **984**
Damián Torres-Hernández, Luis M. Isidro-Requejo, Antonio Anaya-Salgado, Arturo Reyes-González y Juan G. Martínez Rodríguez

FUENTES DE NUTRICIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE *Agave durangensis* GENTRY EN VIVERO **989**
Sergio Rosales Mata, Maihualy Martínez Fernández, Rigoberto Caldera Galindo, Jonathan Emanuel Rosales Mata, Yahaira Wegelmy García Ledezma

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE ENVASE EN LA PRODUCCIÓN DE *Agave durangensis* GENTRY EN VIVERO **994**
Sergio Rosales Mata, Maihualy Martínez Fernández, Homero Sarmiento López, Marcelo Hernández Antuna, David Efraín Hermosillo Rojas

HONGOS COMESTIBLES PRESENTES EN LOS BOSQUES DEL MUNICIPIO MADERA, CHIHUAHUA **1000**
Elena Flores Cavada; Artemio Carillo Parra; Fortunato Garza Ocañas; Christian A. Wehenkel; José Ciro Hernández Díaz

RELACIÓN ENTRE LA RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA Y RADIACIÓN DIRECTA EN EL EJIDO VENECIA, DURANGO, MÉXICO, DURANTE LOS AÑOS 2016 Y 2017 **1005**
Maribel Navarro Morones, Edmundo Castellanos Pérez, Ulises Noel Gutiérrez Guzmán

RELACIÓN CITOCINA-AUXINA EN LA MULTIPLICACIÓN *in vitro* DEL ÓRGANO "SACASIL" *Echinocereus poselgeri* Lem. CACTÁCEA ORNAMENTALE. **1010**
Edith Villavicencio Gutiérrez, Adela Quintana Monroy y Miguel Agustín Carranza Pérez

FERTIRRIEGO DE LA BIZNAGA BONETE DE OBISPO (*Astrophytum myriostigma* Lem) CACTACEA ORNAMENTAL DE TIPO GLOBOSO EN INVERNADEROE. **1017**
Edith Villavicencio Gutiérrez, Adela Quintana Monroy, Leobardo Bañuelos Herrera y Miguel Agustín Carranza Pérez

AVANCES DEL ESTUDIO PALINOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL DE *Apis mellifera* L, DE DOS LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE DURANGO, DGO. **1025**
Israel Martínez- Olivas, María P. González- Castillo, Salvador Acosta- Castellanos

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LA LLUVIA A PARTIR DE DATOS ASIMILADOS CON RELACIÓN A LA UBICACIÓN DE CAÑONES ANTIGRANIZO **1031**
Víctor Manuel Rodríguez Moreno, Gerardo Delgado Ramírez, Juan Estrada Ávalos.

USO DEL MODELO SEBAL E IMÁGENES DE SATELITE PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL EN MAÍZ FORRAJERO **1038**
Gerardo Delgado Ramírez, Miguel Rivera González, Hilario Macías Rodríguez, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos y Enrique Miguel Valle.

RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE ARBOLES Y ARBUSTOS DE IMPORTANCIA PARA LA ABEJA *Apis mellifera* L. EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, DGO. **1046**
Verónica Orozco González, María P. González Castillo, David Ramírez Noya

EVALUACIÓN DE DIETAS MERIDICAS PARA LA CRIA ARTIFICIAL DE *Hippodamia convergenes* EN LA COMARCA LAGUNERA **1052**
José Manuel Vázquez-Navarro, Víctor Manuel Almaráz-Valle y Bertha Alicia Cisneros-Flores

DISTRIBUCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE GARRAPATAS EN VENADO COLA BLANCA (Odocoileus virginianus) EN LOCALIDADES DEL NORTE DE LA REPUBLICA MEXICANA **1060**
Cuesy León Mariana, Molina Garza Zinnia Judith, Galaviz Silva Lucio.

VARIABILIDAD DEL CARBÓN ORGÁNICO EN UNA COMPOSTA DURANTE EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN **1066**
Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Hilario Macías Rodríguez, Miguel Rivera González, Gerardo Delgado Ramírez

IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES SOBRE LA PRESENCIA DE PLOMO Y CADMIO EN HOJAS DE MAÍZ (*Zea mayz*) **1071**
Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Erika Nava Reyna, Alan Servín Prieto, Miguel Rivera González

IMPACTO DEL RODILLO REHABILITADOR DE AGOSTADEROS SOBRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN LA CUENCA MEDIA DEL RIO NAZAS **1077**
Maria del Rosario Jacobo-Salcedo, Gerardo Esquivel Arriaga, Ignacio Sánchez Cohen, Palmira Bueno Hurtado

APLICACIÓN DE AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU EFECTO EN GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE ALFALFA **1083**
Cristina García-González, Alejandro Moreno-Reséndez, José L. Reyes-Carrillo, Uriel Figueroa-Viramontes

DETECCIÓN DE CANTIDAD DE USUARIOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL clima INIFAP **1089**
Mario. P. Narváez Mendoza, Luis Antonio González Jasso, Miguel Angel González González, Noé Chávez Sánchez y Arturo Corrales Suastegui

SEGUIMIENTO A LOS USUARIOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL APP CLIMA **1092**
Mario. P. Narváez Mendoza, Miguel Angel González González, Luis Antonio González Jasso, Noé Chávez Sánchez y Luis Humberto Maciel Pérez

PRONÓSTICO LOCAL DE UNA HELADA POR IRRADIACIÓN UTILIZANDO LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA REGISTRADAS CADA 15 MINUTOS **1096**
Luis. A. González Jasso, Mario P. Narváez Mendoza, Noé Chávez Sánchez, Miguel A. González González*, Manuel A. Galindo Reyes

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA COMPARACIÓN HISTÓRICA DE MUESTRAS DE POLEN PROVENIENTE DEL SURESTE DEL ESTADO DE DURANGO A TRAVÉS DE ANÁLISIS PALINOLÓGICOS **1101**
Daniela Selene Fernández-Valenzuela, María P. González-Catillo, Salvador Acosta-Castellanos David Ramírez- Noya.

DESARROLLO *IN VITRO* DE *Pinus engelmannii* CARR. **1108**
Ciriano-López Brenda Lorena; Chávez-Simental Jorge Armando; Pulido-Díaz Cecilia; Prieto-Ruiz José Ángel; Ortiz-Sánchez Ixchel Abby

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD UREASA EN SUELOS DE LA COMARCA LAGUNERA TRATADOS CON ABONOS ORGÁNICOS **1115**
Erika Nava-Reyna, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Miguel Rivera González, Alan Servín Prieto, Vicenta Constante García

INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE *Pinus oocarpa* Schiede EN LAGUNAS DE MONTEBELLO, CHIAPAS, MÉXICO **1120**
Cerano-Paredes Julián, Esquivel-Arriaga Gerardo López-Hernández María Isabel, Cervantes-Martínez Rosalinda

PRUEBAS DE HOMOGENEIDAD A SERIES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO YAQUI, MÉXICO. **1127**
Esquivel-Arriaga Gerardo, Cerano-Paredes Julián, Sánchez-Cohen Ignacio, Velásquez-Valle Miguel Agustín, Esquivel-Arriaga Oscar

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO PARA MAÍZ FORRAJERO BASADO EN SERIES TEMPORALES DE IMÁGENES MULTIESPECTRALES **1133**
Gerardo Delgado Ramírez, Miguel Rivera González, Juan Estrada Ávalos, Enrique Miguel Valle[2] y Luis Ángel Hernández Martínez.

INDICADORES DE EFICIENCIA AGRONÓMICA EN SISTEMAS DE RIEGO DE BAJA PRESIÓN EN LA REGIÓN CITRICOLA DE NUEVO LEÓN **1140**
Gerardo Delgado Ramírez, Carlos Miguel Ramos Cruz y Enrique Miguel Valle.

DIAGNOSTICO NUTRIMENTAL Y ESTIMACION DE LAS NECESIDADES DE NPK PARA LOS PRINCIPALES CULTIVOS DEL MODULO RODEO DEL DISTRITO DE RIEGO 017 **1147**
Miguel Rivera González, Alan Servín Prieto, Erika Nava Reyna, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos y Juan Estrada Avalos

USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA EN EL MONITOREO AMBIENTAL Y DELIMITACIÓN DE CUENCAS HIDROLOGICAS **1156**
Juan G. Martínez Rodríguez, Gerardo Barrera Camacho, Antonio Anaya Salgado, Arturo Reyes González, e Isidro Reyes Juarez

EFECTO DE LLUVIA SÓLIDA EN LA SUPERVIVENCIA DE MEZQUITE (*Prosopis laevigata*) Y CHAMIZO (*Atriplex canescens*) EN UNA ZONA ÁRIDA DE CHIHUAHUA **1163**
Gabriel Sosa Pérez; David Efraín Hermosillo Rojas; Pedro Jurado Guerra; José Luis García Pérez; Manuel Alarcón Bustamante

REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA DE ASTERACEAE Y FABACEAE DE IMPORTANCIA APÍCOLA EN EL VALLE DE POANAS Y MEZQUITAL, DURANGO. **1169**
Edith Abigail Hernández- Medina, María P. Castillo- González, Salvador- Acosta Castellanos, David Ramírez- Noya

EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE HIDROGEL EN LA SUPERVIVENCIA DE ENCINO (*Quercus emoryi*) EN UN CLIMA SEMISECO DE CHIHUAHUA **1176**
David Efraín Hermosillo Rojas; Gabriel Sosa Pérez; Pedro Jurado Guerra

POROSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LOS AGREGADOS DEL SUELO SOBRE EL USO DE ESTIÉRCOL BOVINO Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA **1182**
Esmeralda Ochoa Martínez, Edimar Rodriguez Soares, Mara Cristina Pessôa da Cruz

PROMOCIÓN DE GERMINACIÓN EN TOMATE DE CÁSCARA SILVESTRE **1189**
Manuel Antonio Galindo-Reyes, Luis Fernando Rico-Rodríguez, Luis Martín Macías-Valdez, Luis Humberto Maciel-Pérez y Arturo Cruz-Vázquez

INFERENCIA DE DATOS FALTANTES DE TEMPERATURAREGISTRADOS CADA 15 MINUTOS POR ESTACIONES AGROMETEOROLÓGICAS. **1193**
Luis. A. González Jasso, Noé Chávez Sánchez, Miguel A. González González, Mario P. Narváez Mendoza, Arturo Cruz Vázquez

SECCIÓN

DE

CONFERENCIAS

VIVIENDO EN EL ANTROPOCENO EN LAS ZONAS ÁRIDAS: EL ALCANCE DE LA RED INTERNACIONAL PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LAS ZONAS ÁRIDAS (RISZA)

Dra. Elisabeth Huber-Sannwald

Profesora de la División de Ciencias Ambientales del
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
ehs@ipicyt.edu.mx

En el Antropoceno, la desertificación ha sido uno de los principales problemas ambientales en las zonas secas afectando el 40% de la población mundial. Pese a su importancia y esfuerzo en la investigación realizada en las últimas décadas, existen numerosas incertidumbres vinculadas a las causas de este complejo fenómeno. Buena parte de esta problemática tiene su origen en el hecho de que las dimensiones biofísicas y socioeconómicas de la desertificación han sido tradicionalmente estudiadas separadamente por científicos de las ciencias naturales y sociales, así como en la falta de un marco conceptual apropiado para analizar este fenómeno teniendo en cuenta ambas dimensiones simultáneamente. En esta presentación se revisan los principales temas que rodean a la desertificación, se presenta un marco conceptual transdisciplinario desarrollado para abordar sus dimensiones biofísicas y socioeconómicas simultáneamente, se revisan algunas de las principales medidas que se llevan a cabo para gestionar las áreas desertificadas y se presenta el objetivo y alcance de la Red Temática de CONACYT Red Internacional para la Sostenibilidad de las Zonas Áridas (RISZA) y los principales retos a los que se enfrenta la investigación de esta red.

En las zonas macro-climáticas áridas del mundo, la Tierra (definido como un recurso finito compuesto por suelo, plantas, animales, agua, y minerales; UNCCD 2017) es el pilar fundamental de nuestra civilización y la principal fuente de calidad de vida, porque cuenta con múltiples funciones sociales, económicas y ambientales generando servicios y bienes para el bienestar de las personas. Las personas asocian importantes valores a estos servicios representados por los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Cuando la condición de la tierra cambia bajo un cierto uso, la calidad y la cantidad de los servicios proporcionados cambian también. Desde la Revolución Industrial y sobre todo desde 1950, después de la Segunda Guerra Mundial, considerado el Antropoceno, a nivel global y nacional las zonas áridas han sido afectado principalmente por el cambio climático y por la degradación de la Tierra, la cual es muy alto en grandes áreas de las zonas áridas, afectando a

la productividad y al funcionamiento de los ecosistemas con implicaciones perjudiciales sobre todo en el bienestar de las comunidades rurales, cuyos modos de vida dependen directamente de los recursos naturales. Paralelamente la perdida de la biodiversidad y el cambio climático exacerban el efecto de esta degradación, porque eliminan las características inherentes que permiten resistir, mitigar o adaptarse a estos efectos adversos. Además, en el último siglo el efecto de calentamiento global ha sido más drástico en las zonas áridas que en el resto del mundo (Huang *et al*., 2017).

A lo largo de la historia humana, el hombre ha interactuado con la naturaleza aprovechando sus bienes y servicios como pilares para el desarrollo social, cultural y económico, y en ocasiones también espiritual. Esto ha conducido a la transformación continua de paisajes y territorios como sistemas socio-ecológicos (SSE) (Berkes y Folke, 1998). Las zonas áridas son uno de los sistemas socio-ecológicos más diversos y vulnerables del mundo. La escasez de agua contribuye a sus altos niveles de heterogeneidad, variabilidad y falta de predictibilidad que moldean los procesos co-adaptativos de la naturaleza y los humanos (Huber-Sannwald *et al*., 2012). Para su entendimiento estructural y funcional en respuestas a perturbaciones o estresores exógenos y/o endógenos naturales se examinan, monitorean y gestionan los componentes bio-geo-físicos naturales y los componentes sociales/culturales simultáneamente, borrando así las fronteras disciplinarias entre lo ecológico y lo social (Brunckhorst *et al.,* 2010, 2017). En el mundo globalizado las condiciones socio-económicos, socio-políticos globales incluyendo los factores cognitivos, demográficos, institucionales y tecnológicos influyen directamente e indirectamente en la dinámica de los SSE locales (Young *et al*., 2006). Durante el último siglo, los SSE de las zonas áridas se han transformados por cambios sociales, de uso de suelo e institucionales (Reynolds *et al*., 2007). Estos cambios se manifiestan en diferentes escalas y suelen tener consecuencias considerables en los modos de vidas rurales (Turner et al. 2013). En México, las zonas áridas cubren el 50% de la superficie terrestre, cuyos paisajes proporcionan bienes y servicios a un alto porcentaje de la población humana rural. Sus modos de vida están severamente afectados por pobreza, falta de empleo, gobernanza débil, baja productividad agrícola y ganadera, y bajos niveles de inversión en desarrollo local (Huber-Sannwald *et al*., 2012).

Para atender esta problemática compleja en México, se formó en 2017 la Red Internacional para la Sostenibilidad de las Zonas Áridas (RISZA) (RISZA 2017). El objetivo principal de RISZA es atender a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU 2016, Agenda 2030) con un enfoque en las zonas áridas, a nivel local, regional, nacional, e internacional. Se buscan formar alianzas entre los investigadores de múltiples disciplinas, los

tomadores de decisión (a nivel gubernamental y de políticas públicas, los productores, entre otros), las empresas, las comunidades locales y las organizaciones civiles, con la finalidad de definir prioridades y estrategias de investigación inter- y transdisciplinaria acopladas a los temas e indicadores de los ODS en colaboración y de manera participativa. Además, se buscará la creación de una plataforma formado por una red de observatorios participativos para la co-generación de conocimiento relevante y útil que apoye las acciones necesarias para el desarrollo sostenible de las zonas áridas en el marco de los ODS. Esta red tiene la particular intención de desarrollar investigación participativa que integre las interrelaciones entre los componentes sociales, económicos, políticos y geo-bio-ecológicos (que conforman a los sistemas complejos socio-ecológicos) para lograr simultáneamente el combate a la pobreza, el acceso a educación de calidad, la protección de la biodiversidad y los servicios y bienes de los ecosistemas de las zonas áridas y semi-áridas, y la mitigación de los efectos de cambio climático, de cambio de uso de suelo y de la degradación ambiental (en actividades como la ganadería, la explotación de acuíferos, la minería/fracking, la generación de bioenergía o energía renovable, entre otras) para así inhibir la desertificación y la pérdida de conocimiento, saberes, culturas y modos de vida de un alto porcentaje de la población humana a nivel nacional e internacional.

Como red transdisciplinaria RISZA establecerá una plataforma de colaboración e intercambio para representantes de todos los grupos de interés potencialmente i) involucrados y participando en o iniciando un proyecto (de restauración, conservación, desarrollo, entre otros), o ii) afectados por un problema (contaminación, sequía, falta de apoyo gubernamental, afectación directa por el desarrollo inadecuado de infraestructura, entre otros). Se pretende generar un modelo de operación que puede replicarse en diferentes lugares y entornos a nivel local, regional e internacional con el objetivo de aplicar un esquema de acercamiento con la misma estructuración del proceso del estudio. Se propone un sistema de colaboración donde se identifica colectivamente y de manera integral el “problema” (asunto general) y donde se busca colectivamente la solución a largo plazo. Estos sistemas de colaboración son observatorios participativos para la protección de la diversidad cultural y biótica como pilares de desarrollo sostenible de las zonas áridas.

REFERENCIAS

Berkes, F. y C. Folke. 1998. Linking Social and Ecological Systems. Management Practices and Socieal Mechanisms for Building Resilience. Cambridge University Press.

Brunckhorst, D. 2010. Using context in novel community based natural resource management: Landscapes of property, policy and place. *Environmental Conservation, 37* (1), 1-7.

Brunckhorst D. J. 2017. Landscape loopholes. Moments for change. Journal of Research Practice Vol. 13, 1, Article P1 http://jrp.icaap.org/index.php/jrp/article/view/569/472.

Huang, J., Yu, H., Dai, A., Wei, Y., Kang, L. 2017. Drylands face potential threat under 2 °C global warming target. Nature Climate Change 7: 417-422.

Huber-Sannwald, E., M. Ribeiro, JT. Arredondo, M. Braasch, M. Martínez, J. García de Alba, K. Monzalvo. 2012. Navigating challenges and opportunities of land degradation and sustainable livelihood development. PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY B: BIOLOGICAL SCIENCES 367: 3158-3177

ONU 2016. Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidos. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf

Reynolds, J.F., D. M. Stafford Smith, E.F. Lambin, B. L. Turner II, M. Mortimore, S. P. J. Batterbury, T. E. Downing, H. Dowlatabadi, R. J. Fernández, J. E. Herrick, E. Huber-Sannwald, H. Jiang, R. Leemans, T. Lynam, F. T. Maestre, M. Ayarza, B. Walker. 2007. Global Desertification: Building a Science for Dryland Development, Science 316: 847-851

RISZA (Red Internacional para la Sostenibilidad de las Zonas Áridas). 2017. Plan Estratégico de RISZA. www.risza.com.mx

Turner II, B.L., Janetos, A.C., Verburg, P.H., Murray, A.T., 2013. Land system architecture: using land systems to adapt and mitigate global environmental change. Global Environ. Change 23, 395–397.

Young O. R., F. Berkhout, G.C. Gallopin, M.A. Janssen, E. Ostrom, S. v.d. Leeuw. 2006 The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research Global Environmental Change 16: 304-316

REDUCCIÓN DE ALMIDÓN CON FUENTES DE FIBRA NO FORRAJERA EN DIETAS DE VACAS LECHERAS: META-ANÁLISIS

Sánchez-Duarte J. I.

Campo Experimental La Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440.
sanchez.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Reducir la adición de los granos de cereales en las dietas de vacas lecheras podría mejorar el ingreso sobre el valor de la alimentación y además usar estos granos en otras actividades más rentables. Las fuentes de fibra no forrajera (FFNF) se han recomendado tradicionalmente para disminuir el almidón de los granos de cereales en las dietas ya que estos contienen monosacáridos (Miron et al., 2001) y fibra altamente digestible que puede mantener o incluso mejorar el comportamiento productivo de las vacas lecheras (Bradford y Mullins, 2007). Sin embargo, el efecto de reducir el almidón dietético en la dietas mediante el reemplazo parcial de los granos de cereales con FFNF sobre el comportamiento de las vacas continúa siendo debatible.

Revisiones científicas han descrito el enfoque nutricional cuando las FFNF fueron incluidas en las dietas de vacas en producción. Firkins (1997) describió la cinética de la digestión de las FFNF e indicó que la fibra neutro detergente (FDN) de las FFNF en la dieta contribuyó mayormente a la digestibilidad total de la FDN en el tracto digestivo de las vacas que la FDN de los forrajes. Además, este autor señaló que reemplazar el almidón con las FFNF incrementó la digestibilidad de la fibra porque se redujo el efecto negativo asociativo. Más recientemente, Bradford y Mullins (2012) concluyeron que cuando las FFNF reemplazaron una porción de los forrajes en la dieta, el consumo de materia seca (CMS) se incrementó; pero la fibra efectiva de las dietas se redujo. Estos autores especificaron que el reemplazo parcial del almidón con las FFNF podría optimizar el uso de nutrientes sin comprometer la salud de los animales. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la reducción del almidón dietético de los granos de cereales mediante la inclusión de FFNF sobre la respuesta productiva de las vacas en producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La búsqueda de la información se realizó en Web of Science, PubMed, Scopus y Google Schoolar. Además, se identificaron artículos relacionados con el tema en la sección de bibliografía de los propios artículos. Los artículos de este meta-análisis se seleccionaron en base a los siguientes criterios: 1) la información debió de ser publicada únicamente en

manuscritos revisados por pares, 2) los estudios debieron usar vacas en producción como unidades experimentales, 3) los experimentos debieron reportar el CMS, la producción y composición de la leche, fermentación ruminal y digestibilidad de los nutrientes, 4) la estrategia de alimentación en los experimentos debió considerar reducir al almidón de los granos de cereales con una o varias FFNF, 5) las dietas de cada experimento debieron mantener la misma proporción de forrajes a través de los tratamientos, 6) los experimentos no debieron ser con vacas en pastoreo y 6) se debieron haber utilizado vacas produciendo más de 15 kg/día de leche. En total se utilizaron 39 artículos científicos publicados entre 1982 y 2016 para realizar este meta-análisis.

La reducción del almidón dietético con FFNF fue evaluada con los modelos mixtos de R (2015). Los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos del consumo de almidón sobre los parámetros productivos de las vacas se modelaron usando el estudio como un efecto aleatorio (St-Pierre, 2001) de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \beta_0 + T_i + \beta_1 S_{ij} + \beta_2 S_{ij}^2 + \beta_3 S_{ij}^3 + b_i S_{ij} + e_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = variable independiente representando el comportamiento, la fermentación o digestibilidad de nutrientes al nivel *j* de la variable *S* en el estudio *i*.

β_0 = intercepto fijo general de los estudios.

β_1, β_2, and β_3 = coeficientes de regresión fijos generales (lineal, cuadrático y cubico) de *Y* sobre *S* en los estudios

Ti = efecto aleatorio del estudio *i.*

S_{ij} = variable independiente representando consumo de almidón (kg/día) al nivel *j* de la variable continua *S* en el estudio *i*.

b_1 = efecto aleatorio del estudio *i* sobre el coeficiente de regresión de *Y* sobre *S* en el estudio *i*.

e_{ij} = error residual inexplicado.

Información complementaria de este meta-análisis se puede encontrar en Sanchez-Duarte (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El CMS, la producción y composición de la leche se indica en el Cuadro 1. El CMS responde cuadráticamente al aumento en el consumo de almidón, pero la producción de leche se incrementa linealmente con el consumo de almidón. Al aumentar el consumo de almidón en las

vacas se reduce linealmente el porcentaje de grasa en leche, pero aumenta linealmente el porcentaje de la proteína en leche. La producción de grasa en leche respondió cuadráticamente y la producción de proteína en leche aumentó linealmente con el aumento en el consumo de almidón. Un bajo CMS y producción de leche se ha observado cuando las FFNF tal como el gluten de maíz húmedo (Staples et al., 1984), la cascarilla de soya combinada con granos secos de cervecería (Batajoo y Shaver, 1994) y granos secos de destilería (Schingoethe et al., 1999) fueron usados para reemplazar carbohidratos altamente digestibles en las dietas de vacas lecheras. La respuesta positiva del almidón de la dieta sobre la síntesis de proteína microbiana en la vaca ha sido bien documentada (Clark et al., 1990). Esto tal vez pudo incrementar la producción de leche y el porcentaje de proteína en la leche en el presente estudio.

Cuadro 1. Ecuaciones de regresiones lineales y cuadráticas para medir la respuesta al almidón de la dieta mediante el reemplazo de granos de cereales con FFNF.

Variable de respuesta	**n**	**Parámetro**	**Estimado**	**EE**	**valor-*P***	**ECM**
CMS (kg/d)	114	Intercepto	19.152	0.9034	<0.0001	0.0292
		Almidón	1.105	0.3016	0.0005	
		Almidon^2	-0.077	0.0297	0.01	
Producción de leche (kg/d)	114	Intercepto	31.869	1.1164	<0.0001	0.0261
		Almidón	0.339	0.0935	<0.0001	
Grasa de la leche (%)	112	Intercepto	3.942	0.0827	<0.0001	0.0388
		Almidón	-0.047	0.0106	<0.0001	
Producción de grasa en leche (kg/d)	103	Intercepto	1.074	0.0724	<0.0001	0.0224
		Almidón	0.047	0.0213	0.03	
		Almidon^2	-0.005	0.0020	0.03	
Proteína de la leche (%)	116	Intercepto	3.012	0.0437	<0.0001	0.0470
		Almidón	0.017	0.0053	0.003	
Producción de la proteína en leche (kg/d)	107	Intercepto	0.946	0.0368	<0.0001	0.0375
		Almidón	0.019	0.0044	0.0003	
Lactosa en leche (%)	82	Intercepto	4.755	0.0372	<0.0001	0.0571
		Almidón	-0.0006	0.0051	0.91	
Producción de lactosa en leche (kg/d)	79	Intercepto	1.459	0.1104	<0.0001	0.0236
		Almidón	0.016	0.0069	0.02	

CMS = consumo de materia seca, n = número de observaciones, EE = error estándar, ECM = error cuadrático medio.

La respuesta de la fermentación ruminal al consumo de almidón por las vacas se muestra en el Cuadro 2. El pH y el NH_3 en el rumen no se incrementaron al aumentar el

consumo de almidón, pero al aumentar el consumo de este nutriente tendió a reducir linealmente la concentración total de AGV y la proporción de acetato:propionato en el rumen. Similarmente, el acetato en el rumen disminuyó linealmente con el aumento en el consumo de almidón. En contraste, el aumento en el consumo de almidón resultó en un aumento lineal de las concentraciones del propionato, isobutirato, isovalerato y valerato en el rumen. Es bien conocido que la fermentación de almidón en el rumen aumenta la concentración de propionato (Raun, 1961; Remond et al., 1995), pero disminuye el acetato en el rumen (Remond et al., 1995; Gao y Oba, 2016). El aumento de la concentración del propionato en el rumen tal vez disminuyó el CMS en el presente estudio, ya que ha sido demostrado el efecto negativo que tiene el propionato en el rumen sobre la regulación del consumo mediante la afectación de la saciedad y el hambre (Oba y Allen, 2003). El aumento en las concentraciones del propionato, valerato e isobutirato en el rumen podrían explicar el incremento de la producción de leche en este meta-análisis, ya que estos metabolitos son precursores glucogénicos usados para la síntesis de glucosa (Raynolds et al., 2003), la cual es usada para la síntesis de lactosa en la glándula mamaria; y esta a su vez es el principal determinante de la producción de leche en las vacas.

Cuadro 2. Ecuaciones de la regresión lineal de la fermentación ruminal para medir la respuesta al almidón de la dieta mediante el reemplazo de granos de cereales con FFNF

Variable de respuesta	n	Parámetro	Estimado	EE	Valor-*P*	ECM
pH	52	Intercepto	6.299	0.0775	<0.0001	0.0373
		Almidón	-0.009	0.0073	0.24	
NH_3 (mg/dL)	51	Intercepto	12.220	1.7748	<0.0001	0.0735
		Almidón	0.026	0.1943	0.89	
AGV totales (*Mm*)	79	Intercepto	114.470	4.6885	<0.0001	0.0312
		Almidón	-0.810	0.4629	0.09	
Acetato (mol/100 mol)	83	Intercepto	66.153	1.3566	<0.0001	0.0416
		Almidón	-0.584	0.1430	0.0004	
Propionato (mol/100 mol)	83	Intercepto	20.171	0.8907	<0.0001	0.0361
		Almidón	0.305	0.1187	0.01	
Butirato (mol/100 mol)	83	Intercepto	12.117	0.5307	<0.0001	0.0314
		Almidón	-0.024	0.0663	0.72	
Acetato:propionato	55	Intercepto	3.296	0.1139	<0.0001	0.0631
		Almidón	-0.049	0.0256	0.06	
Isobutirato (mol/100 mol)	57	Intercepto	0.950	0.1723	<0.0001	0.0233
		Almidón	0.039	0.0178	0.03	

Isovalerato (mol/100 mol)	49	Intercepto	1.059	0.1859	<0.0001	0.0335
		Almidón	0.050	0.0151	0.002	
Valerato (mol/100 mol)	61	Intercepto	1.875	0.2528	<0.0001	0.0352
		Almidón	0.104	0.0498	0.04	

AGV = ácidos grasos volátiles, n = número de observaciones, EE = error estándar, ECM = error cuadrático medio.

La relación entre el consumo de almidón y la digestibilidad de los nutrientes total en el tracto digestivo de las vacas se puede observar en el Cuadro 3. La digestión de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) respondieron cuadráticamente al consumo de almidón. La digestión de la FDN disminuyó linealmente con el consumo de almidón. El efecto cuadrático en la digestibilidad de la MS ayuda a explicar el efecto cuadrático del CMS en el meta-análisis. Además, La respuesta cuadrática de la digestibilidad de la PC explica parcialmente el aumento de la producción de leche. Por otro lado, es bien conocido el efecto negativo entre el consumo de almidón y la digestibilidad de la FDN (Mertens y Loften, 1980); y esto es el resultado de la reducción de la actividad fibrolitica en el rumen por un pH bajo a medida que aumenta el consumo de almidón por las vacas. Por lo tanto, la digestibilidad de la MS, PC y FDN también ayudaron a explicar el efecto de reemplazar el almidón con FFNF sobre el CMS, la producción y composición de la leche de vacas en producción.

Cuadro 3. Ecuaciones de la regresión lineal y cuadrática de la digestibilidad de nutrientes para medir la respuesta al almidón de la dieta mediante el reemplazo de granos de cereales con FFNF

Variable de respuesta (%)	**n**	**Parámetro**	**Estimado**	**EE**	**Valor-*P***	**ECM**
MS	69	Intercepto	63.059	1.8300	<0.0001	0.0779
		Almidón	1.648	0.6879	0.02	
		Almidon^2	-0.139	0.0651	0.04	
MO	60	Intercepto	69.331	1.2163	<0.0001	0.0559
		Almidón	0.002	0.1636	0.98	
Almidón	45	Intercepto	94.485	1.5167	<0.0001	0.0843
		Almidón	-0.173	0.2157	0.43	
PC	55	Intercepto	61.657	2.3380	<0.0001	0.0368
		Almidón	2.286	0.8360	0.01	
		Almidon^2	-0.229	0.0770	0.005	
FDN	63	Intercepto	64.390	1.8187	<0.0001	0.0692
		Almidón	-2.351	0.3737	<0.0001	

MS = materia seca, MO = materia orgánica, PC = proteína cruda, FDN = fibra detergente neutro, n = número de observaciones, EE = error estándar, ECM = error cuadrático medio.

CONCLUSIONES

Este meta-análisis indicó que la reducción del almidón de los granos de cereales con FFNF afecta significativamente el comportamiento productivo de las vacas tal como el CMS, la producción de leche y los componentes de la leche. Estos efectos fueron claramente explicados por los parámetros de fermentación ruminal y la digestibilidad de los nutrientes en las vacas. Por lo tanto, es necesario considerar lo encontrado en este estudio cuando se piense disminuir el almidón de los granos de cereales con FFNF en las dietas de vacas lecheras en producción.

BIBLIOGRAFÍA

Batajoo, K. K., and R. D. Shaver. 1994. Impact of non-fiber carbohydrates on intake, digestion, and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 77:1581–1588.

Bradford, B. J., and C. R. Mullins. 2012. Invited review: Strategies for promoting productivity and health of dairy cattle by feeding nonforage fiber sources. J. Dairy Sci. 95:4735–4746.

Clark, J. H., T. H. Klusmeyer, and M. R. Cameron. 1990. Microbial Protein Synthesis and Flows of Nitrogen Fractions to the Duodenum of Dairy Cows. J. Dairy Sci. 75:2304–2323.

Firkins, J. L. 1997. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. J. Dairy Sci. 80:1426–1437.

Goa, X, and M. Oba. 2016. Effect of increasing dietary nonfiber carbohydrate with starch, sucrose, or lactose on rumen fermentation and productivity of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 99:291–300.

Mertens, D. R., and Loften J.R. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. J. Dairy Sci. 63:1437–1446.

Miron, J., E. Yosef, and E. Ben-Ghedalia. 2001. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds. J. Agric. Food Chem. 49:2322–2326.

Oba, M. and M. S. Allen. 2003. Intraruminal infusion of propionate alters feeding behavior and decreases energy intake of lactating dairy cows. J. Nutr. 133:1094–1099.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. URL: https://www.R-project.org/.

Raun, N. S. 1961. Dietary factors affecting volatile fatty acid production in the rumen. Ph. D. Dissertation. Iowa State University. 1–147.

Rémond, D., E Delval, and J. P. Chaise. 1995. Effect of starch supply to the rumen on volatile fatty acids, lactate and Dβ-hydroxybutyrate net fluxes in the ruminal veins of sheep fed hay. Ann Zootech. 44 (Suppl):287.

Reynolds, C. K., C. P. Aikman, B. Lupoli, D. J. Humphries, and D. E Beever. 2003. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. J. Dairy Sci. 86:1201–1217.

Sanchez-Duarte, J. I. 2017. Response of dairy cows to dietary starch concentrations: Performance, nutrient digestion, and gas emissions. Ph.D. Diss. South Dakota State University, Brookings, SD. 173 pages.

Schingoethe, D. J., M. J. Brouk, and C. P. Birkelo. 1999. Milk production and composition from cows fed wet corn distillers grains. J. Dairy Sci. 82:574–580.

Staples, C. R., C. L. Davis, G. C. McCoy, and J. H. Clark. 1984. Feeding value of wet corn gluten feed for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 67:1214–1220.

St-Pierre, N. R., 2001. Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. J. Dairy Sci. 84:741–755.

RIZOBACTERIAS NATIVAS Y SU EFECTO COMO BIO-FERTILIZANTES EN PLÁNTULAS DE CHILE POBLANO, CULTIVADOS EN INVERNADERO

Apolinar González Mancilla[1], Juan José Almaraz Suarez[2], Ronald Ferrera Cerrato[2], María del Pilar Rodríguez Guzmán[2], Oswaldo Rey Taboada Gaytán[3], Antonio Trinidad Santos[2]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo km 28, Ejido Venecia, Gómez Palacio, Durango, México. E-mail: apolinar.gonzalez@ujed.mx.
[2]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230.
[3]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205. Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. C.P. 72760.

INTRODUCCIÓN

El suelo es el sustrato físico para la vida de los animales terrestres (incluyendo al hombre) y un medio para el crecimiento de las plantas, amortigua los flujos de agua, y en él ocurre la descomposición y liberación de nutrimentos (Stott y Taylor, 2016). Los microorganismos que viven en el suelo están íntimamente asociados con todas estas funciones (Aislabie y Deslippe, 2013). La microbiota se encuentran en mayor densidad cerca de las raíces de las plantas, donde hay mayor disponibilidad de compuestos orgánicos exudados (Massenssini *et al*., 2014), lo que permite el reclutamiento de microorganismos benéficos para el crecimiento de las plantas (Wolfe y Klironomos, 2005).

Los microorganismos benéficos más estudiados y que han sido utilizados como bio-fertilizantes son las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV). Los bio-fertilizantes son sustancias que contiene microorganismos vivos y que al ser aplicados al suelo, semillas o plantas, colonizan la rizósfera y promueven el crecimiento y rendimiento, al aumentar el suministro o la disponibilidad de nutrimentos a la planta huésped, mediante la fijación de nitrógeno y la solubilización de fósforo y potasio, además de la producción de reguladores del crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas), e inhibición de hongos fitopatógenos (Hariprasad y Niranjana, 2009; Sandhya *et al*., 2010; Saraf *et al*., 2011; Kumar *et al*., 2015; Kumar *et al*., 2018; Ju *et al*., 2018).

Los bio-fertilizantes con base en RPCV, son alternativas para reducir el uso de fertilizantes químicos, los cuales al no ser aprovechadas totalmente por las plantas ejercen efectos negativos en el ambiente. Según Ju *et al*. (2018), del fertilizante químico total aplicado se pierde entre el 60 y 90 %, el resto (10- 40 %) es absorbido por las plantas. Entonces, los bio-fertilizantes pueden ser utilizados para incrementar la productividad agrícola, y mantener la salud del suelo y del medio ambiente (Adesemoye *et al*., 2009; Pal *et al*., 2015).

En cultivos de Capsicum sp., también se han aplicado RPCV como bio-fertilizantes (Kim *et al*., 2008; Datta *et al*., 2011; Hahm *et al*., 2012; Luna *et al*., 2013; Gonzalez *et al*., 2017) y se han encontrado incrementos en la calidad de plántulas antes del trasplante, incrementos en altura y en biomasa radical y foliar, y mayor productividad del cultivo. Singh *et al*. (2015), informaron que el uso de bio-fertilizantes aumenta entre un 15 y 30 % el rendimiento del cultivo. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el antagonismo de RPCV hacia fitopatógenos y estudiar sus efectos en el crecimiento de plántulas de chile poblano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectó suelo rizosférico en nueve sitios de chile poblano, en tres municipios del estado de Puebla, México (San Matías Tlalancaleca, San Lorenzo Chiautzingo y Huejotzingo). En los sitios de muestreo los valores de pH (suelo, agua 1:2) fluctuaron entre 4.9 a 7.6. Los contenidos de materia orgánica fueron de 0.27 a 1.48 % y de nitrógeno de 0.01 a 0.07 %. El fósforo fluctuó de 41.1 a 428.8 mg kg^{-1} en los sitios. La textura del suelo fue clasificado como franco arenoso (FA), franco arcillo arenoso (FAA) y areno francoso (AF) (González-Mancilla *et al*., 2017).

Las muestras de rizósfera fueron procesadas en campana de flujo laminar en condiciones de asepsia. Siguiendo la técnica por dilución seriada (Madigan *et al*., 2009) y en medios de cultivos específicos se determinaron las colonias de RPCV: agar nutritivo para bacterias totales (BT), Pikovskaya para detectar bacterias solubilizadoras de fosfatos (BSP), Rennie para fijadoras de nitrógeno (BFN) y Luria-Bertani (LB) para bacterias productoras de auxinas (BPA); además se determinó hongos totales utilizando el medio PDA (agar papa dextrosa). Las colonias se cuantificaron después de tres días de incubación a 28 °C. La cantidad de fosfatos y auxinas, producidas por las BSP y BPA, fueron determinados en un espectrofotómetro después de sembrarlas en los medios de cultivos específicos, pero en estado líquido.

Se confrontaron las RPCV y los hongos fitopatógenos que causan la pudrición radical, aisladas en plantas de chile poblano: *Fusarium* sp. y *Phytophthora capsici*. Para observar la inhibición del hongo, ambos microorganismos fueron sembrados en cajas petri con medio de cultivo PDA a una distancia de 4 cm entre microorganismos. Después de 24 horas de haber sembrado la bacteria, se sembró el patógeno, éste consistió en un disco con micelio del hongo cultivado previamente en PDA y un diámetro de 0.5 cm; se incubaron a 28 °C entre 8 y 11 días después, teniendo cuatro repeticiones por cepa, incluyendo los testigos (patógeno sin bacteria). Para evaluar el porcentaje de inhibición del hongo por las rizobacterias se aplicó la fórmula: % inhibición = (1- diámetro de la cepa/diámetro control) (100) (Yu *et al*., 2011).

Se incluyeron diez cepas de BPCV para evaluar sus efectos en la promoción de crecimiento, las cuales fueron seleccionadas por su capacidad para solubilizar fosfatos, producir auxinas o fijar nitrógeno. Las cepas bacterianas se cultivaron en caldo nutritivo en agitación constante por tres días a 28 ºC hasta obtener una concentración de 10^8 células/mL (Cuadro 1). Se compararon con dos testigos: uno sin inocular y otro que consistió en la inoculación de la cepa bacteriana Bacillus pumillus R44 con probada capacidad para promover crecimiento, la cual fue proporcionada por el Laboratorio de Microbiología del Colegio de Postgraduados.

Cuadro 1. Características de las cepas inoculadas como biofertilizantes en plántulas de chile poblano, en invernadero.

Clave	Cepa identificada	Cantidad producida (µg/mL)	10^8 UFC mL^{-1}
CPPC6	*Serratia plymuthica*	Fosfato: 463	6.86
CPPC22	*Serratia marcescens*	Fosfato: 224	154.4
CPPC54	*Serratia plymuthica*	Fosfato: 424	10.76
CPPC55	*Serratia plymuthica*	Fosfato: 744	39.86
CPAC35	*Agrobacterium vitis*	Auxina: 23.1	110.66
CPAC36	*Arthrobacter* sp.	Auxina: 21.4	62.93
CPAC20	*Bacillus simplex*	Auxina: 22.5	0.23
CPAC53	*Serratia liquefaciens*	Auxina: 23.9	33.9
CPNC9	*Stenotrophomonas maltophilia*	--	518.4
CPNC10	*Serratia marcescens*	--	0.65

Algunos datos fueron publicados por González *et al*., 2017.

El sustrato utilizado para el crecimiento de plántulas de chile poblano fueron peat moss, perlita y vermiculita (relación 1:1:1), esterilizado a 18 lb por 3 h. La semilla de chile fue desinfectada con cloro al 1 % por 3 minutos y lavada tres veces con agua destilada estéril. Se sembró dos semillas por cavidad, eliminando una de ellas posterior a la emergencia y se inoculó 1 mL de suspensión bacteriana. Las plántulas fueron cosechadas después de 68 días de ser inoculadas. Se midió altura con una regla y se cuantifico el número de hojas por planta. La biomasa seca total fue determinada con una balanza analítica (Sartorius, Modelo Analytic AC 210S, Illinois, EUA) después de ser secado en un horno (Felisa, Modelo 242-A) a 70 ºC por 72 h. El experimento fue establecido utilizando un diseño experimental completamente al azar con 12 tratamientos (incluyendo los testigos) y 20 repeticiones. Los datos obtenidos fueron analizados

mediante el paquete estadístico SAS para Windows 2002, realizando un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey, α = 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las poblaciones de microorganismos encontradas en chile poblano cultivadas a campo abierto, fueron de 10^5 unidades formadoras de colonias por gramo de suelo seco (UFC g.s.s.) en BT y BFN; de 10^4 UFC g.s.s. en BSP y BPA; los hongos totales fluctuaron en 10^2 UFC g.s.s. (González *et al*., 2018). Del total de colonias cuantificadas, se aislaron 215 cepas: 74 de BSP, 70 de BFN y 71 cepas de BPA. Las cantidades de solubilización y producción de auxinas se detallan en González-Mancilla *et al*., 2017.

La actividad antagónica hacia *Fusarium* sp., por las 74 cepas de BSP fluctuó entre 0 y 39 %, y de 0 a 63 % en la inhibición de *P. capsici*; únicamente ocho cepas inhibieron *Fusarium* sp., entre un 21-39 % y 20 cepas que limitaron el crecimiento de *P. capsici* entre un 40 y 63 %. De las BPA, se encontraron tres cepas con capacidad para inhibir el crecimiento de *Fusarium* sp., en un 24, 36 y 39 %; y 22 cepas lograron un efecto antagónico entre 21-45 % sobre *P. capsici*. El efecto de las BFN sobre la inhibición de *Fusarium* sp., fluctuó entre 0 y 23 %, únicamente siete cepas lograron disminuir el desarrollo del patógeno entre 11 y 23 %; estas rizobacterias inhibieron *P. capsici* entre 0-57 %, 17 de ellas inhibieron entre 21 y 57 % de su crecimiento.

Las cepas seleccionadas para evaluar su potencial, de ser utilizados como bio-fertilizantes en chile poblano, también presentaron un efecto antagónico hacia los patógenos (Figura 1). Las cepas CPPC55, CPAC35 y CPAC53, demostraron mayor capacidad para inhibir *Fusarium* sp., con 37, 36 y 39 %; a excepción de la cepa CPAC35, las nueve restantes inhibieron *P. capsici* entre un 35 y 45 % (Figura 1).

En este trabajo, *Serratia plymuthica* logró inhibir *Fusarium* sp. y *P. capsici*, lo cual ha sido confirmado por otros estudios (Frommel *et al*., 1991; Kim *et al*., 2008), pero además se han reportado su actividad antagónica sobre *Rhizoctonia solani* (Grosch *et al*., 2005) y *Pythium* sp. (Ovadis *et al*., 2004), todos causantes de la secadera o “damping-off” en cultivos hortícolas. Las RPCV como BSP, BFN y BPA pueden inhibir la incidencia de enfermedades radicales, debido a que sintetizan sideróforos, antibióticos y enzimas hidrolíticas como la quitinasa, proteasa, celulasas o glucanasas, con capacidad para degradar la pared celular del hongo (Wang *et al*., 2002; Hayat *et al*., 2010).

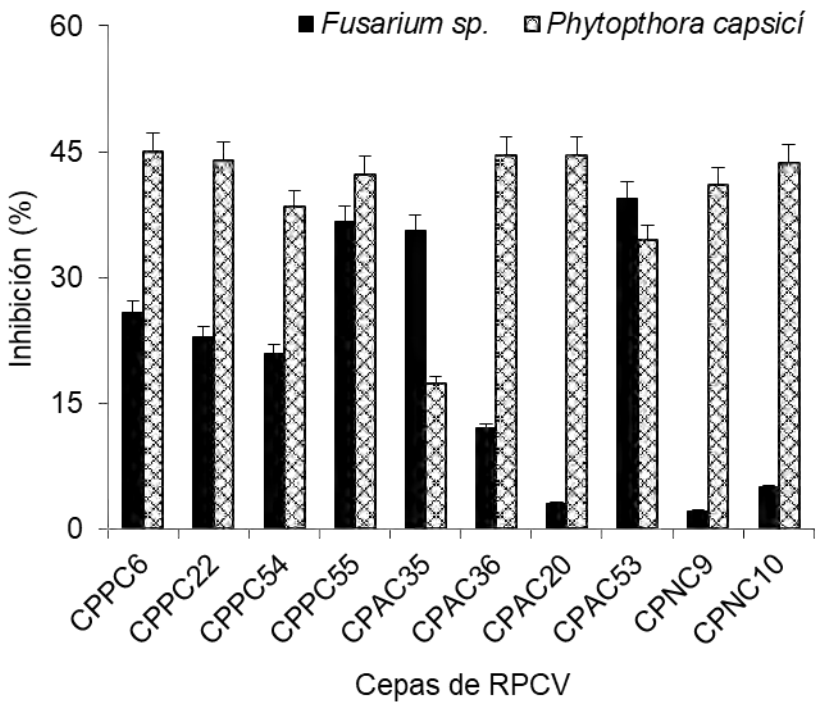


Figura 1. Porcentaje de inhibición de *Fusarium* sp., y *Phytophthora capsici* por efecto de las RPCV aisladas de suelo rizosférico de chile poblano, en la Sierra Nevada del estado de Puebla, México. Medias n = 4, ± EE.

Los efectos de los diferentes biofertilizantes inoculados en altura y numero de hojas fueron significativos (Tukey, α = 0.05, a > b) (Figura 2). La altura final de las plántulas fluctuó entre 6.9 y 9.6 cm, siendo mejor aquellas inoculadas con *Rhizobium nepotum* (CPAC35) y *Serratia plymuthica* (CPPC55); los incrementos respecto al testigo (T) fueron de 23 y 15 %. El número de hojas también fue mayor en las plántulas tratadas con CPPC55 y CPAC35, y se reflejó en un mayor área foliar como lo indica González *et al*., 2017.

La biomasa seca total según el efecto de los biofertilizantes también fue estadísticamente significativa (Tukey, α = 0.05, a > b) (Figura 2). La producción de biomasa seca fluctuó entre 50 y 82 g, siendo el valor más alto en el tratamiento CPAC35 y el más bajo en las plantas inoculadas con la cepa CPNC9. Los incrementos de las cepas CPAC35 y CPPC55 (72 g de biomasa seca) fueron de 26 y 11 % más en la producción de biomasa seca comparado con el testigo, quien obtuvo en promedio una producción de 65 g.

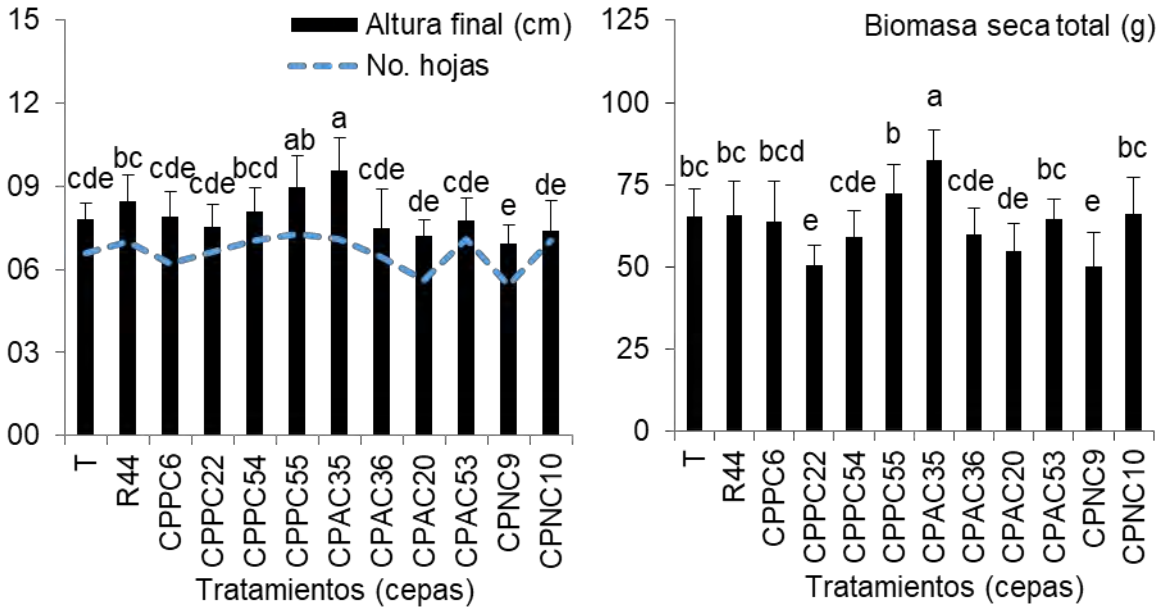


Figura 2. Efecto de los diferentes bio-fertilizantes elaborados con RPCV nativas de chile poblano, en el crecimiento de plántulas cultivado en invernadero. Algunos datos fueron publicados en González *et al*., 2017. Medias n = 20, ± EE.

CONCLUSIONES

Los bio-fertilizantes formulados con rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal pueden ser alternativas para disminuir el uso de fertilizantes químicos en cultivos de importancia agrícola. Las cepas *Serratia plymuthica* y *Rhizobium nepotum* pueden ser utilizados como bio-fertilizantes por su capacidad para promover mayor altura y biomasa seca en plántulas de chile poblano.

BIBLIOGRAFÌA

Adesemoye A. O., Kloepper J. W. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer use efficiency. Applied Microbiology Biotechnology 85(1): 1-12.

Aislabie J., Deslippe J. R. 2013. Soil microbes and their contribution to soil services. In: Dymond, J. R. (Ed.). Ecosystem services in New Zealand - conditions and trends. Lincoln, New Zealand, Manaaki Whenua Press. 112-161 pp.

Datta M., Palit R., Sengupta C., Pandit M. K., Banerjee S. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria enhance growth and yield of chilli (*Capsicum annuum* L.) under field conditions. AJCS 5(5): 531-536.

Frommel M. I., Pazos G. S., Nowak J. 1991. Plant-growth stimulation and biocontrol of Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) by co-inoculation of tomato seeds with *Serratia plymuthica* and Pseudomonas sp. Fitopatologia 26: 66-73.

González M. A., Almaraz S. J. J., Ferrera C. R., Rodríguez G. M. P., Taboada G. O. R., Trinidad S. A., Alarcón A., Arteaga G. R. I. 2017. Caracterización y selección de rizobacterias promotoras de crecimiento en plántulas de chile poblano (*Capsicum annuum* L.). Rev. Int. Contam. Ambie. 33(3): 463-474.

González M. A., Almaraz S. J. J., Ferrera C. R., Rodríguez G. M. P., Taboada G. O. R., Trinidad S. A. 2018. Rizobacterias y hongos micorrízicos arbusculares asociados con chile poblano en la Sierra Nevada de Puebla, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 20: 4355-4365.

Grosch R., Faltin F., Lottmann J., Kofoet A., Berg G. 2005. Effectiveness of 3 antagonistic bacterial isolates to control *Rhizoctonia solani* Kuhn on lettuce and potato. Canadian Journal of Microbiology 51: 345-53.

Hahm M. S., Sumayo M., Hwang Y. J., Jeon S. A., Park S. J., Lee J. Y., Ahn J. H., Kim B. S., Ryu C. M., Ghim S. Y. 2012. Biological control and plant growth promoting capacity of rhizobacteria on pepper under greenhouse and field conditions. J. Microbiol. 50(3): 380-385.

Hariprasad P., Niranjana S. R. 2009. Isolation and characterization of phosphate solubilizing rhizobacteria to improve plant health of tomato. Plant Soil 316(1): 13-24.

Hayat R., Ali S., Amara U., Khalid R., y Ahmed I. 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. Ann Microbiol 60: 579-98.

Ju I., Bang W. J., Sila M. D., Onyimba I. A., Egbere O. J., 2018. A review: Biofertilizer - A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. Microbiol Biotechnol Rep 2(1): 22-28.

Kim Y. C., Kim K. Y., Jung H., Park S. K. 2008. An effective biocontrol bioformulation agains Phytophthora blight of pepper using growth mixtures of combined chitinolytic bacteria under different field conditions. Eur. J. Plant Pathol. 120(4): 373-382.

Kumar N., Singh H. K., Mishra P. K. 2015. Impact of organic manure and bio-fertilizers on growth and quality parameters of strawberry Cv. Chandler. Indian Journal of Science and Technology 8(15): 1-6.

Kumar S. M., Singh K. D., Chand S. M. 2018. Effect of Bio-fertilizers and Plant Growth Regulators on Growth, Flowering, Fruit Ion Content, Yield and Fruit Quality of Strawberry. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology 11(3): 439-449.

Luna M. L., Martínez P. R. A., Hernández I. M., Arvizu M. S. M., Pacheco A. J. R. 2013. Caracterización de rizobacterias aisladas de tomate y su efecto en el crecimiento de tomate y pimiento. Rev. Fitotec. Mex. 36(1): 63-69.

Madigan M. T., Martinko J. M., Dunlap, Clark P. D. 2009. Brock. Biología de los Microorganismos 12a.ed. Pearson Educación, S.A. Madrid, España 1259 pp.

Massenssini A. M., Bonduki V. H. A., Melo C. A. D., Tótola M. R., Ferreira F. A., Costa M. D. 2014. Soil microorganisms and their role in the interactions between weeds and crops. Planta Daninha, Viçosa-MG. 32(4): 873-884.

Ovadis M., Liu X. G., Gavriel S., Ismailov Z., Chet I., Chernin L. 2004. The global regulator genes from biocontrol strain *Serratia plymuthica* IC1270: Cloning, sequencing, and functional studies. Journal of Bacteriology 186: 4986-4993.

Pal S., Singh H.B., Alvina F., Rakshit A. 2015. Fungal biofertilizers in Indian agriculture: perception, demand and promotion. Journal of Eco-friendly Agriculture 10(2): 101-113.

Sandhya V., Ali S. Z., Venkateswarlu B., Reddy G., Grover M. 2010. Effect of osmotic stress on plant growth promoting *Pseudomonas* spp. Arch. Microbiol. 192(10): 867-876.

Saraf M., Kumar J. C., Patel D. 2011. The role of ACC deaminase producing PGPR in sustainable agriculture. En: Plant growth and health promoting bacteria (D. K. Maheshwari, Ed.). Springer Berlin Heidelberg, Microbiology Monographs Vol. 18, pp. 365-385.

Singh K. A., Beer K., Pal A. K. 2015. Effect of vermicompost and bio-fertilizers on strawberry growth, flowering and yield. Annals of Plant and Soil Research 17(2): 196-99.

Stott M. B., Taylor M. W. 2016. Microbial ecology research in New Zealand. New Zealand J. Ecol. 40(1): 12-28.

Wang S. L., Hsiao W. J., Chang W. T. 2002. Purification and characterization of an antimicrobial chitinase extracellularly produced by *Monascus purpureus* CCRC31499 in a shrimp and crab shell powder medium. J Agric Food Chem 50: 2249-2255.

Wolfe B. E., Klironomos J. N. 2005. Breaking new ground: soil communities and exotic plant invasion. BioSci. 55(6): 477-487.

Yu X., Ai C., Xin L., Zhou G. 2011. The siderophore-producing bacterium, *Bacillus subtilis* CAS15, has a biocontrol effect on *Fusarium* wilt and promotes the growth of pepper. European Journal of Soil Biology 47: 138-145.

UTILIZACIÓN DE IMPLANTES Y ADITIVOS DE GANADO BOVINO PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE

Alejandro González Assef

Empresa Sukarne, Gómez Palacio, Dgo.

1. Expectativa de crecimiento mundial a 2050

La industria ganadera a nivel mundial se enfrenta a considerables desafíos en la producción de suficiente proteína animal para cumplir las necesidades de la creciente población nacional. La población mundial se prevé que aumente desde la actual 7 mil millones de personas a más de 9.5 mil millones para el año 2050, mientras que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO; 2009) proyecta hasta un 70% de aumento en la demanda de carne, leche y huevos. Por lo tanto, la industria agropecuaria debe producir más alimentos usando menos insumos como competencia por la tierra, agua y energía intensificada.

La mejora de la productividad (Ganancia Diaria de Peso y Peso de Sacrificio) dentro de la industria de la carne entre 1977 y 2007 redujo el uso de recursos y salida de deshechos por kilogramo de carne de vacuno (Capper, 2011). Para mantener la aceptación social para operar en un mercado impulsado por la demanda, donde el impacto ambiental de la producción ganadera es una preocupación significativa, es esencial mejorar aún más la productividad y demostrar el compromiso de la industria en un modelo sustentable. Es ampliamente reconocido una relación positiva entre la productividad mejorada y tanto la sustentabilidad ambiental como económica; por lo cual, a medida que el uso de recursos se reduce por unidad de proteína animal, el retorno económico también aumenta.

Los consumidores están preocupados actualmente tanto por la calidad de los productos como por la forma que fueron producidos, especialmente con temas como Bienestar Animal (BA) como por las tecnologías para aumentar el crecimiento en producción animal (Wandel y Bugge, 1997). Sin embargo, esta relación positiva entre mejora de productividad y beneficios ambientales como económicos no se entiende ampliamente fuera de la industria ganadera.

Los procesadores y minoristas a menudo usan las preocupaciones del consumidor como justificación para restringir el uso de estas tecnologías. Lusk et al. (2003) no observó diferencia en la aceptación del consumidor de la carne de res de animales tratados o no tratados con hormonas en los Estados Unidos Estados, Alemania y Reino Unido.

2. Utilización de tecnologías para la maximización de la eficiencia de engorda de ganado.

La utilización de implantes y aditivos alimenticios constituyen métodos efectivos para mejorar el desempeño productivo del ganado y al mismo tiempo reducir los costos de producción. Los implantes mejoran la deposición de proteína mientras que disminuyen la acumulación de grasa. Los programas de implante diseñados adecuadamente deben considerar la edad, sexo, peso y raza del animal, así como también los objetivos de mercado. La consistencia de las respuestas de los programas de implante en el largo plazo dependen no solo del producto utilizado, sino también del tiempo y secuencia.

MODULADORES HORMONALES	ANTIBIÓTICOS	MODULADORES DE FERMENTACIÓN	BETAGONISTAS
Trenbolona	Penicilina	Monensina	Ractopamina
MGA	Estreptomicina	Salinomicina	Zilpaterol
17 B estradiol	Neomicina	Virginiamicina	
Zeranol	Oxitetraciclina		
	Eritromicina		
	Sulfas		
	Clorotetraciclina		

La utilización de implantes promotores del crecimiento y aditivos alimenticios es una práctica extensiva en la industria ganadera actual, cuyo principal objetivo es reducir los costos totales de producción. Si bien ambos tienden a mejorar el desempeño productivo del ganado, los implantes mejoran tanto la eficiencia alimenticia como la ganancia diaria de peso; mientras que los aditivos, en general, tienden a influir en la micro flora del tracto digestivo y el medio ambiente, lo que a su vez, promueve una mejor salud animal lo que finalmente se traduce en una mejora de la eficiencia de conversión alimenticia.

3. Utilización de Implantes

Los implantes promotores del crecimiento han sido utilizados masivamente en producción de carne por más de 30 años. Sin embargo, desde entonces se han registrado importantes y significativos cambios en los tipos de implantes y en las estrategias de uso. Con anterioridad a 1987 los implantes disponibles utilizaban agentes estrogénicos, los cuales mejoran el uso de los nutrientes para mejorar el crecimiento. A partir de 1987 se aprueba la utilización de los agentes androgénicos, específicamente el acetato de trembolona (TBA, de sus siglas en Inglés), que estimula el crecimiento muscular. Este compuesto tiene un efecto aditivo al existente ejercido

por los implantes estrogénicos y adiciona un 2 a 3 % más en conversión alimenticia y de un 3 a 5% en ganancias diarias de peso. Si bien los implantes tienden a ser más efectivos en engordas a corral, su uso también ha sido efectivo bajo otras situaciones productivas. Los implantes promotores de crecimiento aprobados son extremadamente seguros, no sólo para el ganado sino también para los productores que manipulan los productos y para los consumidores que ingieren la carne de animales implantados.

Una vez que el implante ha sido administrado al animal ocurre una rápida liberación de hormonas al torrente sanguíneo. El nivel de promotores del crecimiento que se liberan desde el implante comienza a descender después de algunos pocos días, pero permanece por sobre niveles mínimos necesarios para estimular un crecimiento efectivo por meses. El periodo de tiempo por el cual los promotores del crecimiento permanecen sobre estos niveles efectivos dependerá del diseño farmacéutico del implante y la calidad de la técnica de implantación. La administración de un segundo implante (re-implante) es usualmente programado para coincidir con la declinación del nivel de hormonas promotoras de crecimiento circulando en la sangre. Cabe señalar que implantes dañados y compuestos estrogénicos en los alimentos también causan efectos secundarios, tales como actividad de bullying, prolapsos y desarrollo de la ubre.

Respuesta productiva esperada: Actualmente, los implantes se han convertido en productos de diversos diseños, con variadas dosis y combinaciones de agentes estrogénicos y/o androgénicos. En programas de engorda, las consideraciones sobre el uso de implantes son más importantes. En esta etapa productiva lo más relevante es la reducción del costo de ganancia. Sin embargo, se debe considerar la influencia que el uso de implantes puede tener sobre la calidad de las canales. En un resumen de 37 experimentos, Duckett y colaboradores (1996) reportaron que en comparación con ganado sin implantes, el ganado implantado tuvo un 18% más de ganancia diaria de peso, 6% más de consumo y 8% mejor conversión (kg alimento/kg peso ganado), pero con una reducción de un 14,5% (74 vs. 59,5) de canales siendo categorizadas como Choice según la escala del USDA. La respuesta a los implantes en el periodo de engorda no solo varía con el producto utilizado sino también con el género del animal.

El mayor desafío en la selección del implante radica en considerar los efectos de la administración de un implante anterior y en el diseño de una estrategia de implantes que permitan lograr los objetivos específicos de producción y de la demanda del mercado. El conocimiento de los productos y su correcta utilización en el desarrollo de estrategias y en el diseño de sistemas de implantes está cobrando cada día mayor importancia. Mader y colaboradores (1994) compararon los regímenes de vida de implantes basados en estudios

(Mader y colaboradores, 1985 y Mader 1994) que demostraron que la respuesta pos destete a programas de implante/reimplante fueron mejorados cuando se utilizaron implantes de baja potencia (productos con baja dosis de estrogénicos principalmente) fueron seguidos por implantes de potencia moderada o alta como alternativa de reimplante. La utilización de TBA, como parte de un programa terminal para mejorar la respuesta a un implante estrogénico, es altamente recomendable. Los programas de implantes para el ciclo de vida del animal deben ser diseñados para obtener la máxima respuesta de crecimiento con una mínima expresión de efectos secundarios en animales vivos y con limitados efectos adversos en la calidad y características de la canal. El uso estratégico de implantes iniciales de baja a moderada potencia seguido por implantes de alta potencia debería ser adecuado para alcanzar las metas antes establecidas. Además, para maximizar los beneficios, es importante mantener un nivel del agente anabólico por sobre el umbral mínimo. El periodo de tiempo que un implante libera agentes promotores de crecimiento por sobre este umbral (payout period) varía entre implantes y debe ser considerado a la hora de seleccionar los implantes. Las estimaciones de la efectividad de cada implante se basan en las conclusiones de diversos científicos a partir de ensayos de campo publicados así como por lo declarado por las compañías basado en investigaciones propias que incluyen muestras de sangre y tejido vivo. Dichas estimaciones son valiosas para recomendar un tiempo óptimo para reimplantar y no siempre son adecuados para comparar implantes. La vida útil efectiva es solo de los factores que afecta los resultados de un programa de implante. La estrategia de implante debe estar basada en una fecha objetivo predeterminada, como un punto final de engorda para el ganado que será sacrificado, que coincida con la dosis de implante o potencia para la edad del animal, peso y/o producción deseada.

4. Utilización de betagonistas

En México existen dos βAA autorizados (NOM-EM-015-ZOO-2002) para emplearlos como aditivos alimenticios ractopamina y clorhidrato de Zilpaterol. La administración oral de algunos agonistas β –adrenérgicos sintéticos, modifica el crecimiento por aumento de la masa muscular y disminución de la acumulación de grasa.

Los agonistas β –adrenérgicos pueden incrementar el flujo sanguíneo a ciertas regiones del cuerpo. Este aumento permite el proceso de hipertrofia en el músculo esquelético al transportar mayores cantidades de sustratos y fuentes de energía para la síntesis de proteína. Otra de las principales acciones de los agonistas β –adrenérgicos orales en la disminución en la cantidad de grasa de la canal. Se ha demostrado in vitro la degradación de triacilgliceroles en adipocitos

y la inhibición de la síntesis de ácidos grasos y de triacilglicerol. En algunos casos, aunque no en todos, después de la administración crónica de un agonista, el tejido adiposo de los animales presenta una actividad lipolítica plasmática de ácidos grasos no esterificados después de la administración de un agonista β –adrenérgicos, confirma la actividad lipolítica que ocurre en los adipocitos.

Zilpaterol

El zilpaterol es un β –agonista con gran capacidad de retención de nitrógeno y aumento de la síntesis proteica, generando así una masa muscular deseable en la canal; asimismo, se sabe que a nivel celular el zilpaterol ha demostrado una importante capacidad para inhibir la lipogénesis y estimular la lipólisis en los adipoçitos de los bovinos; todo ello por medio de unión a receptores β1 y β2 por estas razones es claro que la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Al administrarse por vía oral se absorbe rápidamente y se biotransforma por glucuronidación hepática. En bovinos tiene una biodisponibilidad del 88%.

El zilpaterol incrementa la ganancia diaria de peso, mejora la conversión alimenticia, incrementa el rendimiento en canal, genera carne magra, disminuye el desecho de nutrientes no aprovechados que se eliminan en heces y no altera la calidad de la carne en cuanto a sabor, color y textura. Se utiliza en bovinos y se menciona que la raza no afecta su efectividad. Los niveles de energía se mantienen y se recomienda suplementar con vitaminas y minerales para optimizar la engorda. Cuando se adiciona zilpaterol en dietas pobres, la respuesta es limitada. Al comenzar el tratamiento los resultados son notables; especialmente en las 2 primeras semanas. Esto es especialmente deseable ya que en la última etapa de engorda los bovinos comienzan a depositar mayor cantidad de grasa en la canal ya que han alcanzado alrededor de 60% de su peso maduro, en esta fase de crecimiento comienza a haber mayor desarrollo de los tejidos grasos que de musculo, por esta razón la implementación de los βAA es una estrategia útil ya que su función como repartidor de nutrientes ayuda a reducir la síntesis de grasa, y mantener o mejorar la deposición de carne en la canal. Sin embargo, la implementación de este tipo de tecnologías alimenticias incrementa los costos de producción al ser un aditivo de precio elevado, en la actualidad existen productos genéricos (30 a 50 % más baratos que el producto de patente) al clorhidrato de Zilpaterol.

Dosis	Variable	*P*	Referencia
Consumo de materia seca, CMS			
8.3 mg/kg de MS	Reduce el CMS (3.5 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014
6 mg/kg de MS	No hay efecto en CMS	NS	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	No hay efecto sobre CMS	NS	Avendaño et al., 2014
Ganancia diaria de peso, GDP			
8.3 mg/kg de MS	Incrementa la GDP (14 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014

6 mg/kg de MS	Incrementa la GDP (23 %)	0.05	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	Incrementa la GDP (35 %)	<0.001	Avendaño et al., 2014
Peso de canal caliente, PCC			
8.3 mg/kg de MS	Incrementa la PCC (4 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014
6 mg/kg de MS	No hay efecto en PCC	0.13	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	Incrementa la PCC (7 %)	<0.001	Avendaño et al., 2014
Área del *longissimus dorsi*, cm²			
8.3 mg/kg de MS	Incrementa área *L. dorsi* (10 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014
6 mg/kg de MS	Tendencia a incrementar (6 %)	0.06	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	Incrementa área *L. dorsi* (12.7 %)	0.02	Avendaño et al., 2014
Espesor de grasa dorsal, cm (EGD)			
8.3 mg/kg de MS	Disminuye el EGD (11 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014
6 mg/kg de MS	Disminuye el EGD (9.5 %)	0.02	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	Disminuye el EGD (6.2 %)	0.05	Avendaño et al., 2014

No se han documentado efectos tóxicos por zilpaterol en el ser humano, ya que estos productos son de uso veterinario exclusivo y a la fecha no se han reportado efectos tóxicos por la ingesta de productos cárnicos derivados del uso de este agente, en parte por su eliminación acelerada.

5. Cierre

Con la creciente población mundial, es necesario buscar alternativas de aumentar la producción de alimentos utilizando tecnologías que permitan mantener o incrementar la experiencia del consumidor final. El uso de implantes y de betagonistas ha podido aprobar la barrera del tiempo, en el cual a través de diversos estudios se ha comprobado tanto su eficacia productiva y por ende su beneficio económico; como también la inocuidad de los productos que se obtienen con estas tecnologías.

INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS FRESCOS

Dr. Efren Delgado

New Mexico State University, Department of Family and Consumer Sciences,
Food Science and Technology, Las Cruces, NM, USA.

La Ley de modernización de la seguridad alimentaria (Food Safety Modernization Act - FSMA) fue promulgada el 4 de enero de 2011 por el presidente Obama. FSMA se enfoca en las medidas de prevención en la rama de inocuidad de los alimentos. Dentro de FSMA encontramos la Regla de seguridad del producto que incluye estándares para el cultivo, cosecha, empaque y tenencia de productos para consumo humano, controles preventivos para alimentos humanos, controles preventivos para alimentos de origen animal, programas de verificación de proveedores extranjeros, acreditación de auditores externos / Entidades de certificación, transporte sanitario de alimentos para humanos y animales, prevención de contaminación intencional / adulteración.

Esta regulación es importante para agricultores Mexicanos exportadores a Estadounidenses. El reglamento de **Inocuidad de los Productos Agrícolas Frescos** (Produce Safety) establece estándares para productores agrícolas Estadounidenses y extranjeros que exportan a los Estados Unidos. Y el reglamento de los Programas de Verificación de Proveedores Extranjeros (FSVP, por sus siglas en inglés) exige que los importadores garanticen que sus proveedores extranjeros cumplan con los reglamentos de inocuidad Estadounidenses.

La inocuidad de los productos agrícolas concierne a todos los productores de frutas y verduras nacionales e internacionales. Dependiendo de la venta anual, algunos productores pueden estar sujetos a la nueva Regla de Seguridad de Productos de FSMA directamente, mientras que pequeños productores, son presionados por el consumidor para que acaten los requerimientos de inocuidad alimentaria. Incluso si no hubiera leyes reguladoras o por parte del consumidor, el productor agrícola debe estar interesado en tener prácticas de inocuidad para producir alimentos que los consumidores comerán. Es importante saber que los productores son la clave para producir inocuamente en el campo. Todos los productores, independientemente del tamaño, la ubicación o los productos cultivados, pueden reducir los riesgos de inocuidad alimentaria. Los productores conocen mejor su parcela: sus prácticas de producción, quién trabaja en la parcela y todos los demás detalles que se utilizan para llevar adelante un negocio exitoso. Aquellos agricultores o empleados, que toman decisiones importantes y conocen las actividades diarias deben participar en la evaluación de los riesgos de inocuidad de los alimentos y en el desarrollo del plan de inocuidad alimentaria de las parcelas. Las acciones para

reducir los riesgos de la inocuidad de los alimentos no solo afectan la viabilidad financiera de los productores, sino también la salud y la seguridad de quienes consumen los productos cultivados.

La presentación cubre las reglas de Inocuidad de los Productos Agrícolas Frescos de FISMA para productores de frutas y hortalizas. La Regla de Inocuidad de los Productos Agrícolas de FSMA es la primera norma federal obligatoria para la producción de frutas y verduras en los Estados Unidos. Anteriormente, se recomendaba a agricultores, empacadores y la industria de productos agrícolas a seguir las directrices voluntarias, como las FDA 1998 "Guía para minimizar los peligros microbianos de la inocuidad de los alimentos para frutas y hortalizas frescas". Esta nueva ley no incluye granos alimenticios, incluyendo cebada, melón, sorgo, avena, arroz, centeno, trigo, amaranto, quinua, trigo y semillas oleaginosas (p. Ej., Semilla de algodón, linaza, semillas de colza, soja y girasol).

La regla prevé exentar a determinados productores productos agrícolas, cuyas frutas u hortalizas reciben procesamiento comercial, reduciendo la presencia de microorganismos de importancia para la salud pública. Para ser exento, el productor debe cumplir ciertas características y requisitos de documentación (§122.2 (b). Los productores que tengan un valor anual promedio de productos vendidos durante el período de tres años anterior de $ 25,000 o menos no estarían cubiertos por la regulación. Mientras que algunos productores pueden estar exentos o no cubiertos por la Regla de Inocuidad del Producto, todos los productores deben estar preparados para implementar prácticas de inocuidad alimentaria porque cultivan alimentos que la gente come. Los productores también pueden vender a compradores que requieren la implementación de prácticas de inocuidad de los alimentos, incluidas las requeridas en la regulación.

Los mayores peligros para la inocuidad alimentaria en los productos frescos son los patógenos. Los peligros químicos y físicos a la seguridad alimentaria son mucho menos comunes y, por lo general, son responsables de menos resultados de salud serios. Los riesgos físicos a la inocuidad de los alimentos pueden presentar riesgos de asfixia.

Los riesgos químicos para la inocuidad de los alimentos (como la aplicación inadecuada de plaguicidas) son ciertamente una preocupación, pero son mucho menos comunes que los riesgos microbianos para la inocuidad de los alimentos.

Esta nueva reglamentación surge de la necesidad de proteger al consumidor y del reto que representan para tener un producto inocuo. Muchas frutas y verduras se consumen crudas, por lo que no se puede cocinar para destruir los patógenos que puedan estar en el producto. Los eventos de contaminación a menudo son esporádicos y afectan pequeñas porciones del cultivo,

por lo que es difícil saber si se produjo contaminación. La contaminación generalmente está presente a niveles muy bajos y es difícil de detectar a través de pruebas de productos. Las superficies ásperas (Melones), grandes superficies dobladas (Verduras de hoja verde) y cicatrices de tallos (Tomates) proporcionan grandes lugares para ocultar los patógenos, dificultando la eliminación de patógenos por cualquier cantidad de lavado a nivel de granja o en el hogar del consumidor.

Por estas razones, el objetivo de la seguridad de los productos es prevenir la contaminación en primer lugar. La contaminación es difícil de eliminar una vez presente.

La inocuidad de productos agrícolas frescos impacta cada productor. Los brotes de contaminación afectan la salud de los consumidores y reducen la confianza en los productos e influyen en las decisiones de compra / consumo. La viabilidad financiera de los productores depende de productos seguros porque los brotes pueden afectar las ventas y la economía local. Por lo tanto, hay un compromiso en producir con un alto de inocuidad alimentaria en el campo, que se refleja en el éxito de cada programa de seguridad alimentaria de los productores. Entre los recursos para la inocuidad de los alimentos pueden incluir capacitación, instalaciones y equipos que se deben proporcionar a los trabajadores para que puedan hacer su trabajo correctamente y cumplir con los requisitos reglamentarios.

PRODUCCIÓN DE TOMATE EN MALLA SOMBRA FERTILIZADO CON ABONO ORGÁNICO

Cirilo Vázquez Vázquez[1*], Erik Estrada Arellano[2], Alejandro Barajas Espinoza[3], Miguel Ángel Gallegos Robles[1], Ignacio Orona Castillo[1]

[1] Facultad de Agricultura y Zootecnia. UJED Gómez Palacio México
[2]Alumno de Doctorado FAZ-UJED, [3]Alumno de Licenciatura Faz-UJED
[*]Autor para correspondencia: cirvaz60@hotmail.com Domicilio conocido sin número Venecia, Gómez Palacio, Durango, México CP35111; Tel. +52(871)7118918

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial china es el principal productor y consumidor de tomate, estados unidos es el principal importador, y México es el principal exportador de esta hortaliza.

En México la producción de tomate rojo creció a una taza de 4.8% durante (2006-2016) con una producción histórica de 3.3 millones de toneladas, en ese mismo periodo, la superficie de cultivo a campo abierto decreció a una tasa promedio anual de 2.5%. Al pasar de 65,431 a 36,855 hectáreas, por el contario en superficie protegida (malla sombra e invernaderos) paso 1,078 a 15,006 ha en este periodo alcanzó con esta tecnología en el 2016 un volumen de 60.7%, (FIRA 2017).

Los estados productores en el 2016 de tomate rojo fueron: Sinaloa (27.6%), San Luis Potosí (9.2%) Michoacán (7.0%), Baja California (6.7%) y Zacatecas (5.7%) (SIAP-SAGARPA, 2016).

El tomate rojo en 2016 fue el principal productor agropecuario de exportación con una participación del 13.2% del total de la venta al exterior de productores agropecuarios y pesqueros. Para la producción de este cultivo se requieren de grandes cantidades de nutrientes que en la mayoría de los casos son provistos a través de fertilizantes químicos. Otra alternativa seria la incorporación de abonos orgánicos como el estiércol, ya que en esta región existe un hato ganadero importante.

El estiércol es un insumo que aporta nutrientes para los cultivos y materia orgánica a los suelos agrícolas. Así como el aporte de microorganismos (*Salmonella spp., Escherichia coli)* los cuales afectan la salud humana. Por lo tanto, es necesaria su Solarización antes de ser aplicados. Según la OCDE (2008) el 40.0% de las entradas en suelo agrícola en México proviene de estiércoles, un 20% de fertilizantes y el 40% restante proviene de otras fuentes fijación biológica y disposiciones atmosféricas.

La región de la Comarca Lagunera se localiza en el Norte de México y abarca 10 municipios del Estado de Durango y cinco del Estado de Coahuila, esta región ocupa el primer lugar en poblaciones de Bovino Lechero y Producción de Leche con una población de alrededor de 450,000 cabezas de ganado bovino lechero, con una producción de estiércol anual de alrededor

de un 1, 000,000 toneladas al año^{-1} base seca. En base a lo anterior se realizó el presente trabajo de investigación con el objetivo de determinar la mejor dosis de abono orgánico que mejore la calidad del suelo, así como la de mayor producción y calidad de tomate en malla sombra; además de contribuir a disminuir efecto en el impacto ambiental por el uso excesivo de los estiércoles sin tratar en la agricultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

Este experimento se realizó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (CAE-FAZ-UJED), en el ciclo primavera verano del 2017.

Se localizó geográficamente entre los meridianos 102°22’ y 104°47’ de longitud oeste y los paralelos 24°22’ y 26°23’ latitud norte. La altura sobre el nivel del mar es de 1,110 metros.

Manejo del experimento

La unidad experimental (UE) constó de 2.4 m de ancho por 7 m de largo resultando un total de 12 UE con un área de 16.8 m^2 cada una.

La incorporación del estiércol se realizó con el uso de carretilla, pala, bote y báscula; distribuyéndose uniformemente de acuerdo a la dosis del tratamiento en cada unidad experimental, se dio un paso de rastra para su incorporación al suelo a una profundidad de 25 cm.

Se utilizó un sistema de riego por cintilla previo al transplante. El riego se calculó en base a la evaporación en un tanque evaporímetro tipo “A”. Se aplicaron dos riegos por goteo con cintilla a la semana.

La fertilización de las UE con tratamiento químico en base de una dosis 280-70-00. Como fuente de nitrógeno se usó urea cuya fórmula es 46-00-00 y Fosfato Mono Amónico (MAP) con la fórmula 11-52-00 como fuente de fosforo.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo factorial 2 X 2 X 4, que consistió de dos híbridos, dos manejos de tallo y cuatro tratamientos de abono con tres repeticiones.

Variables a medir en planta

Solidos solubles como °Brix en fruto, nitratos en savia en la hoja, nitratos en fruto, rendimiento, calidad en fruto.

Variables a medir en suelo

Materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, fosforo, nitratos, amonio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se observa del análisis de varianza la suma de cuadrados medios de las variables de suelo, nitratos, amonio, materia orgánica, pH, fosforo, encontrando diferencia estadística significativa para nitratos y amonio.

Cuadro 1. Análisis de varianza de las sumas de cuadrados medios de las variables de suelo de materia orgánica, nitratos, amonio, fosforo y pH, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Fuente de variación	MO	NH_4	NO_3	P_2O_5	pH
Repetición	0.0555	0.0071	0.0028	0.1239	0.3801
Híbrido	0.5433	0.0014**	0.0016**	0.1280	0.2614
Abono	0.8178	0.1019*	0.0818	0.5653	0.8072
Profundidad	0.5077	0.9993	0.7230	0.7751	0.4903
Híbrido*Abono	0.7473	0.5553	0.5311	0.2780	0.7708
Híbrido*Profundidad	0.4757	0.9133	0.2149	0.5229	0.6637
Abono*Profundidad	0.8685	0.2564	0.8359	0.2151	0.6462
Híbrido*Abono*Profundidad	0.2354	0.3543	0.5816	0.2578	0.4301

*Diferencia significativa.

**Diferencia altamente significativa.

Realizando las comparaciones de medias para las variables de suelo, nitratos y amonio, se observa diferencia estadística significativa, los valores de nitrato en suelo encontrados en el hibrido Palermo son de 14.85 ppm y 92.07 de nitratos con respecto los valores encontrados en el hibrido Sahariana es de 9.48 para amonio y 50.60 para nitratos, lo cual indica que el hibrido Sahariana aprovecha mejor los nutrientes de amonio presentes en el suelo, siendo estadísticamente inferior al hibrido Palermo, cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de medias para NH_4 y NO_3 por unidad de tomate con diferentes tratamientos de abono orgánico, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Híbrido	NH_4	NO_3
	----ppm----	
Palermo	14.85 a	92.07 a
Sahariana	9.48 b	50.60 b
DMS	3.10	24.48

Los valores de nitrato y amonio encontrados en el suelo en las diferentes dosis de abono orgánico, se observan en el Cuadro 3, muestran significancia estadística entre las dosis siendo estadísticamente iguales todos los tratamientos con abono y químico, diferentes al testigo absoluto, sin embargo, los valores son elevados y pudieran decirse que el nivel de fertilidad del suelo en cuanto a nitrógeno es bueno dada su concentración el contenido de nitratos es alta, ya que las condiciones de del suelo humedad, aireación y temperatura son favorables para la transformación del nitrógeno a nitratos mediante la mineralización (Vazquez *et al* .,2001) .

Cuadro 3. Comparación de valores medios por NH_4 y nitratos en las diferentes dosis de abono orgánico en tomate, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Tratamiento de Abono	NH_4	NO_3
	----ppm----	
T1 Testigo absoluto	8.90 b	48.43 b
T2 40 t ha^{-1}	13.26 a	71.68 a
T3 60 t ha^{-1}	14.10 a	94.49 a
T4 Químico (280-70-00) NPK	12.42 a	70.74 a
DMS	4.39	34.62

El análisis de varianza para las variables de planta en nitratos en fruto, solidos solubles, nitratos en savia y rendimiento, se observan en el cuadro 4, mostrando significancia estadística para híbridos, solidos solubles, nitratos en savia y el rendimiento en fruto para las diferentes dosis de abonos orgánicos.

Cuadro 4. Análisis de varianza de los cuadrados medios de las variables en planta de nitratos en fruto, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Fuente de variación	NO_3 en fruto	Solidos solubles	NO_3 en savia	Rendimiento
Repetición	0.0784	0.0358	0.3006	0.9104
Híbrido	<.0001**	0.0030*	<.0001**	0.2776
Abonos	0.6076	0.5428	0.6152	0.0350*
Tallo	0.2197	0.0333*	0.5830	0.5454
Híbrido*Abono	0.6949	0.8405	0.9264	0.1707
Híbrido*Tallo	0.4230	0.4909	0.9417	0.1703
Abono*Tallo	0.6341	0.9740	0.1979	0.4514
Hibrido*Abono*Tallo	0.5276	0.8445	0.8245	0.4574

*Diferencia significativa.

** Diferencia altamente significativa.

Realizando la comparación de medias por diferencia mínima significativa, se ve reflejado para los nitratos en fruto que el material genético Sahariana, Cuadro 5, es el que tiene la mayor concentración de nitratos en fruto, así como también la mayor concentración de nitratos en savia, es un medio dinámico que permite identificar y prever, desde las primeras etapas de cultivo, alguna de las manifestaciones u alteraciones nutrimentales que afectan al rendimiento de los cultivos (García-Caparrós et al.,2014). siendo estadísticamente diferente al hibrido Palermo, esto corrobora que este material genético extrae del suelo una mayor cantidad del nitrógeno disponible (Cuadro 2), ya que es el que tiene menos concentración en el suelo.

En lo referente a los sólidos solubles del fruto, se encontró el valor más alto para el híbrido Palermo, siendo estadísticamente diferente al hibrido Sahariana, sin embargo, se encuentran en el rango de los sólidos solubles de estos materiales genéticos.

Cuadro 5. Comparación de medias para nitratos en fruto, solidos solubles y nitratos en savia en dos híbridos de tomate producidos en malla sombra, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Hibrido	Nitratos en fruto	Nitratos en savia	Solidos solubles
	---------- ppm ----------		°Brix
Palermo	172.97 b	1185.4 b	4.37 a
Sahariana	290.86 a	1782.5 a	3.96 b
DMS	38.83	219.25	0.25

*Diferencias entre medias obtenidas mediante prueba de DMS ($P \leq 0.05$). Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes.

Realizando la comparación de medias, por diferencia mínima significativa para el manejo de los híbridos se encontró en los sólidos solubles que el valor más elevado es en el manejo de tallo doble siendo estadísticamente diferente al tallo simple sin importar el material genético, Figura 1. En este estudio todos los tratamientos presentan frutos de calidad en cuanto a sólidos solubles, puesto que el tomate para consumo en fresco debe contar con un contenido de sólidos solubles de aproximadamente 4.5 °Brix (Diez, 2001).

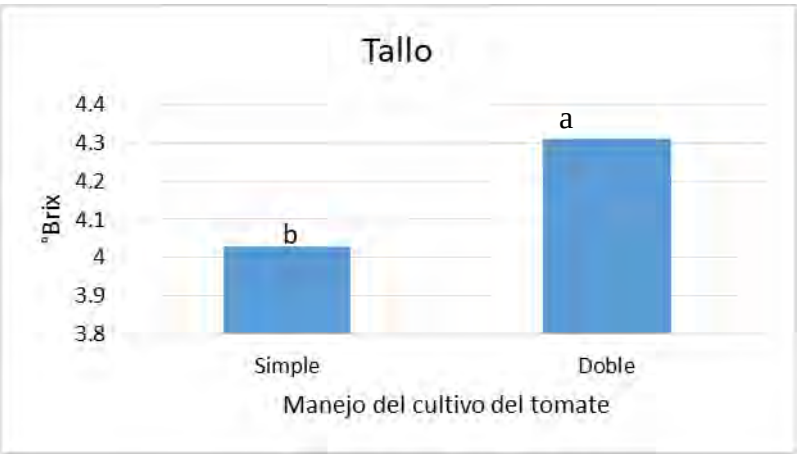


Figura 1. Valores medios de solidos solubles a manejo simple y doble del tallo en el cultivo del tomate con diferentes dosis de abono orgánico, en el CAE-FAZ-UJED en malla sombra, 2017.

La comparación de medias para el rendimiento con las diferentes dosis de abono orgánico evaluado (Cuadro 6), muestran que todos los tratamientos con fertilización son estadísticamente iguales siendo diferente el tratamiento testigo absoluto, Resultados similares fueron encontrados por Herencia et al. (2007) al comparar fertilizaciones minerales y orgánicas, estos valores de rendimientos son buenos, dadas las condiciones, semicontroladas a las que fueron sometidos. Sistemas de producción con tecnología media producen en la región entre 100 y 110 t ha^{-1}.

Cuadro 6. Comparación de valores medios para rendimiento en los híbridos de tomate con las diferentes dosis de abono orgánico, en el CAE-FAZ-UJED en malla sombra, 2017.

Tratamientos de abono	Rendimiento t ha^{-1}
T1 Testigo absoluto	77.46 b
T2 40 t ha^{-1}	99.16 a
T3 60 t ha^{-1}	89.48 a
T4 Químico (280-70-00) NPK	82.88 a
DMS	14.93

CONCLUSIONES

De los materiales genéticos evaluados se encontró que el que tiene mayor capacidad para extraer el nitrógeno del suelo, es el hibrido Sahariana, ya que muestra menor cantidad de nitratos y amonio en el suelo y mayor concentración de nitratos en fruto y nitratos en savia comparado con el híbrido Palermo.

La concentración de solidos solubles fue mayor en el híbrido Palermo, que es el que tuvo una mayor concentración en los nitratos en planta, el manejo del cultivo en doble tallo fue mayor la concentración de solidos solubles.

En lo referente al rendimiento, los rendimientos de abono orgánico son iguales o superior al químico por lo cual pudiéramos recomendar fertilizar con abono orgánico inocuo.

BIBLIOGRAFÍA

Diez, J. M. 2001. Tipos varietales, pp. 95-129. In: El Cultivo del Tomate. NUEZ, F. Ed. Mundi-Prensa. D. F., México.

García-Caparrós, P., Llanderal, A., El-Tarawy, A. y Lao, M.T. 2014. Aplicación de lixiviados como solución nutritiva en *Juncus acutus* y evaluación del contenido de iones en el extracto celular. Congreso SECH. V Jornadas del Grupo de Fertilización.

SIAP-SAGARPA. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. http://www.gob.mx/siap/articulos/jitomate-3-3-millones-de-toneladas-en-2016?idiom=es

Vázquez V.C., Salazar S.E., Figueroa V.R., Valenzuela R.J.S., y Fortis H.M., 2001. Efecto del acolchonado y estiércol bovino en la modificación de algunas características del suelo de la Comarca Lagunera. XIII Semana Internacional de Agronomía FAZ – UJED. Gómez Palacio, Dgo. Pág., 178 – 182.

Herencia, F., P.J.C. Ruiz, S. Melero, G.P.A. García, E. Morillo y C. Maqueda (2007). Comparison between Organic and Mineral Fertilization for Soil Fertility Levels, Crop Macronutrient Concentrations, and Yield. Agronomy Journal 99: 973-983.

VIVIENDO EN EL ANTROPOCENO EN LAS ZONAS ÁRIDAS: EL ALCANCE DE LA RED INTERNACIONAL PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LAS ZONAS ÁRIDAS (RISZA)

Dra. Elisabeth Huber-Sannwald

Profesora de la División de Ciencias Ambientales del
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
ehs@ipicyt.edu.mx

En el Antropoceno, la desertificación ha sido uno de los principales problemas ambientales en las zonas secas afectando el 40% de la población mundial. Pese a su importancia y esfuerzo en la investigación realizada en las últimas décadas, existen numerosas incertidumbres vinculadas a las causas de este complejo fenómeno. Buena parte de esta problemática tiene su origen en el hecho de que las dimensiones biofísicas y socioeconómicas de la desertificación han sido tradicionalmente estudiadas separadamente por científicos de las ciencias naturales y sociales, así como en la falta de un marco conceptual apropiado para analizar este fenómeno teniendo en cuenta ambas dimensiones simultáneamente. En esta presentación se revisan los principales temas que rodean a la desertificación, se presenta un marco conceptual transdisciplinario desarrollado para abordar sus dimensiones biofísicas y socioeconómicas simultáneamente, se revisan algunas de las principales medidas que se llevan a cabo para gestionar las áreas desertificadas y se presenta el objetivo y alcance de la Red Temática de CONACYT Red Internacional para la Sostenibilidad de las Zonas Áridas (RISZA) y los principales retos a los que se enfrenta la investigación de esta red.

En las zonas macro-climáticas áridas del mundo, la Tierra (definido como un recurso finito compuesto por suelo, plantas, animales, agua, y minerales; UNCCD 2017) es el pilar fundamental de nuestra civilización y la principal fuente de calidad de vida, porque cuenta con múltiples funciones sociales, económicas y ambientales generando servicios y bienes para el bienestar de las personas. Las personas asocian importantes valores a estos servicios representados por los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Cuando la condición de la tierra cambia bajo un cierto uso, la calidad y la cantidad de los servicios proporcionados cambian también. Desde la Revolución Industrial y sobre todo desde 1950, después de la Segunda Guerra Mundial, considerado el Antropoceno, a nivel global y nacional las zonas áridas han sido afectado principalmente por el cambio climático y por la degradación de la Tierra, la cual es muy alto en grandes áreas de las zonas áridas, afectando a

la productividad y al funcionamiento de los ecosistemas con implicaciones perjudiciales sobre todo en el bienestar de las comunidades rurales, cuyos modos de vida dependen directamente de los recursos naturales. Paralelamente la perdida de la biodiversidad y el cambio climático exacerban el efecto de esta degradación, porque eliminan las características inherentes que permiten resistir, mitigar o adaptarse a estos efectos adversos. Además, en el último siglo el efecto de calentamiento global ha sido más drástico en las zonas áridas que en el resto del mundo (Huang *et al*., 2017).

A lo largo de la historia humana, el hombre ha interactuado con la naturaleza aprovechando sus bienes y servicios como pilares para el desarrollo social, cultural y económico, y en ocasiones también espiritual. Esto ha conducido a la transformación continua de paisajes y territorios como sistemas socio-ecológicos (SSE) (Berkes y Folke, 1998). Las zonas áridas son uno de los sistemas socio-ecológicos más diversos y vulnerables del mundo. La escasez de agua contribuye a sus altos niveles de heterogeneidad, variabilidad y falta de predictibilidad que moldean los procesos co-adaptativos de la naturaleza y los humanos (Huber-Sannwald *et al*., 2012). Para su entendimiento estructural y funcional en respuestas a perturbaciones o estresores exógenos y/o endógenos naturales se examinan, monitorean y gestionan los componentes bio-geo-físicos naturales y los componentes sociales/culturales simultáneamente, borrando así las fronteras disciplinarias entre lo ecológico y lo social (Brunckhorst *et al.,* 2010, 2017). En el mundo globalizado las condiciones socio-económicos, socio-políticos globales incluyendo los factores cognitivos, demográficos, institucionales y tecnológicos influyen directamente e indirectamente en la dinámica de los SSE locales (Young *et al*., 2006). Durante el último siglo, los SSE de las zonas áridas se han transformados por cambios sociales, de uso de suelo e institucionales (Reynolds *et al*., 2007). Estos cambios se manifiestan en diferentes escalas y suelen tener consecuencias considerables en los modos de vidas rurales (Turner et al. 2013). En México, las zonas áridas cubren el 50% de la superficie terrestre, cuyos paisajes proporcionan bienes y servicios a un alto porcentaje de la población humana rural. Sus modos de vida están severamente afectados por pobreza, falta de empleo, gobernanza débil, baja productividad agrícola y ganadera, y bajos niveles de inversión en desarrollo local (Huber-Sannwald *et al*., 2012).

Para atender esta problemática compleja en México, se formó en 2017 la Red Internacional para la Sostenibilidad de las Zonas Áridas (RISZA) (RISZA 2017). El objetivo principal de RISZA es atender a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU 2016, Agenda 2030) con un enfoque en las zonas áridas, a nivel local, regional, nacional, e internacional. Se buscan formar alianzas entre los investigadores de múltiples disciplinas, los

tomadores de decisión (a nivel gubernamental y de políticas públicas, los productores, entre otros), las empresas, las comunidades locales y las organizaciones civiles, con la finalidad de definir prioridades y estrategias de investigación inter- y transdisciplinaria acopladas a los temas e indicadores de los ODS en colaboración y de manera participativa. Además, se buscará la creación de una plataforma formado por una red de observatorios participativos para la co-generación de conocimiento relevante y útil que apoye las acciones necesarias para el desarrollo sostenible de las zonas áridas en el marco de los ODS. Esta red tiene la particular intención de desarrollar investigación participativa que integre las interrelaciones entre los componentes sociales, económicos, políticos y geo-bio-ecológicos (que conforman a los sistemas complejos socio-ecológicos) para lograr simultáneamente el combate a la pobreza, el acceso a educación de calidad, la protección de la biodiversidad y los servicios y bienes de los ecosistemas de las zonas áridas y semi-áridas, y la mitigación de los efectos de cambio climático, de cambio de uso de suelo y de la degradación ambiental (en actividades como la ganadería, la explotación de acuíferos, la minería/fracking, la generación de bioenergía o energía renovable, entre otras) para así inhibir la desertificación y la pérdida de conocimiento, saberes, culturas y modos de vida de un alto porcentaje de la población humana a nivel nacional e internacional.

Como red transdisciplinaria RISZA establecerá una plataforma de colaboración e intercambio para representantes de todos los grupos de interés potencialmente i) involucrados y participando en o iniciando un proyecto (de restauración, conservación, desarrollo, entre otros), o ii) afectados por un problema (contaminación, sequía, falta de apoyo gubernamental, afectación directa por el desarrollo inadecuado de infraestructura, entre otros). Se pretende generar un modelo de operación que puede replicarse en diferentes lugares y entornos a nivel local, regional e internacional con el objetivo de aplicar un esquema de acercamiento con la misma estructuración del proceso del estudio. Se propone un sistema de colaboración donde se identifica colectivamente y de manera integral el “problema” (asunto general) y donde se busca colectivamente la solución a largo plazo. Estos sistemas de colaboración son observatorios participativos para la protección de la diversidad cultural y biótica como pilares de desarrollo sostenible de las zonas áridas.

REFERENCIAS

Berkes, F. y C. Folke. 1998. Linking Social and Ecological Systems. Management Practices and Socieal Mechanisms for Building Resilience. Cambridge University Press.

Brunckhorst, D. 2010. Using context in novel community based natural resource management: Landscapes of property, policy and place. *Environmental Conservation, 37* (1), 1-7.

Brunckhorst D. J. 2017. Landscape loopholes. Moments for change. Journal of Research Practice Vol. 13, 1, Article P1 http://jrp.icaap.org/index.php/jrp/article/view/569/472.

Huang, J., Yu, H., Dai, A., Wei, Y., Kang, L. 2017. Drylands face potential threat under 2 °C global warming target. Nature Climate Change 7: 417-422.

Huber-Sannwald, E., M. Ribeiro, JT. Arredondo, M. Braasch, M. Martínez, J. García de Alba, K. Monzalvo. 2012. Navigating challenges and opportunities of land degradation and sustainable livelihood development. PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY B: BIOLOGICAL SCIENCES 367: 3158-3177

ONU 2016. Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidos. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf

Reynolds, J.F., D. M. Stafford Smith, E.F. Lambin, B. L. Turner II, M. Mortimore, S. P. J. Batterbury, T. E. Downing, H. Dowlatabadi, R. J. Fernández, J. E. Herrick, E. Huber-Sannwald, H. Jiang, R. Leemans, T. Lynam, F. T. Maestre, M. Ayarza, B. Walker. 2007. Global Desertification: Building a Science for Dryland Development, Science 316: 847-851

RISZA (Red Internacional para la Sostenibilidad de las Zonas Áridas). 2017. Plan Estratégico de RISZA. www.risza.com.mx

Turner II, B.L., Janetos, A.C., Verburg, P.H., Murray, A.T., 2013. Land system architecture: using land systems to adapt and mitigate global environmental change. Global Environ. Change 23, 395–397.

Young O. R., F. Berkhout, G.C. Gallopin, M.A. Janssen, E. Ostrom, S. v.d. Leeuw. 2006 The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research Global Environmental Change 16: 304-316

REDUCCIÓN DE ALMIDÓN CON FUENTES DE FIBRA NO FORRAJERA EN DIETAS DE VACAS LECHERAS: META-ANÁLISIS

Sánchez-Duarte J. I.

Campo Experimental La Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440.
sanchez.juan@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Reducir la adición de los granos de cereales en las dietas de vacas lecheras podría mejorar el ingreso sobre el valor de la alimentación y además usar estos granos en otras actividades más rentables. Las fuentes de fibra no forrajera (FFNF) se han recomendado tradicionalmente para disminuir el almidón de los granos de cereales en las dietas ya que estos contienen monosacáridos (Miron et al., 2001) y fibra altamente digestible que puede mantener o incluso mejorar el comportamiento productivo de las vacas lecheras (Bradford y Mullins, 2007). Sin embargo, el efecto de reducir el almidón dietético en la dietas mediante el reemplazo parcial de los granos de cereales con FFNF sobre el comportamiento de las vacas continúa siendo debatible.

Revisiones científicas han descrito el enfoque nutricional cuando las FFNF fueron incluidas en las dietas de vacas en producción. Firkins (1997) describió la cinética de la digestión de las FFNF e indicó que la fibra neutro detergente (FDN) de las FFNF en la dieta contribuyó mayormente a la digestibilidad total de la FDN en el tracto digestivo de las vacas que la FDN de los forrajes. Además, este autor señaló que reemplazar el almidón con las FFNF incrementó la digestibilidad de la fibra porque se redujo el efecto negativo asociativo. Más recientemente, Bradford y Mullins (2012) concluyeron que cuando las FFNF reemplazaron una porción de los forrajes en la dieta, el consumo de materia seca (CMS) se incrementó; pero la fibra efectiva de las dietas se redujo. Estos autores especificaron que el reemplazo parcial del almidón con las FFNF podría optimizar el uso de nutrientes sin comprometer la salud de los animales. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la reducción del almidón dietético de los granos de cereales mediante la inclusión de FFNF sobre la respuesta productiva de las vacas en producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La búsqueda de la información se realizó en Web of Science, PubMed, Scopus y Google Schoolar. Además, se identificaron artículos relacionados con el tema en la sección de bibliografía de los propios artículos. Los artículos de este meta-análisis se seleccionaron en base a los siguientes criterios: 1) la información debió de ser publicada únicamente en

manuscritos revisados por pares, 2) los estudios debieron usar vacas en producción como unidades experimentales, 3) los experimentos debieron reportar el CMS, la producción y composición de la leche, fermentación ruminal y digestibilidad de los nutrientes, 4) la estrategia de alimentación en los experimentos debió considerar reducir al almidón de los granos de cereales con una o varias FFNF, 5) las dietas de cada experimento debieron mantener la misma proporción de forrajes a través de los tratamientos, 6) los experimentos no debieron ser con vacas en pastoreo y 6) se debieron haber utilizado vacas produciendo más de 15 kg/día de leche. En total se utilizaron 39 artículos científicos publicados entre 1982 y 2016 para realizar este meta-análisis.

La reducción del almidón dietético con FFNF fue evaluada con los modelos mixtos de R (2015). Los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos del consumo de almidón sobre los parámetros productivos de las vacas se modelaron usando el estudio como un efecto aleatorio (St-Pierre, 2001) de acuerdo al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \beta_0 + T_i + \beta_1 S_{ij} + \beta_2 S_{ij}^2 + \beta_3 S_{ij}^3 + b_i S_{ij} + e_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = variable independiente representando el comportamiento, la fermentación o digestibilidad de nutrientes al nivel *j* de la variable *S* en el estudio *i*.

β_0 = intercepto fijo general de los estudios.

β_1, β_2, and β_3 = coeficientes de regresión fijos generales (lineal, cuadrático y cubico) de *Y* sobre *S* en los estudios

Ti = efecto aleatorio del estudio *i.*

S_{ij} = variable independiente representando consumo de almidón (kg/día) al nivel *j* de la variable continua *S* en el estudio *i*.

b_1 = efecto aleatorio del estudio *i* sobre el coeficiente de regresión de *Y* sobre *S* en el estudio *i*.

e_{ij} = error residual inexplicado.

Información complementaria de este meta-análisis se puede encontrar en Sanchez-Duarte (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El CMS, la producción y composición de la leche se indica en el Cuadro 1. El CMS responde cuadráticamente al aumento en el consumo de almidón, pero la producción de leche se incrementa linealmente con el consumo de almidón. Al aumentar el consumo de almidón en las

vacas se reduce linealmente el porcentaje de grasa en leche, pero aumenta linealmente el porcentaje de la proteína en leche. La producción de grasa en leche respondió cuadráticamente y la producción de proteína en leche aumentó linealmente con el aumento en el consumo de almidón. Un bajo CMS y producción de leche se ha observado cuando las FFNF tal como el gluten de maíz húmedo (Staples et al., 1984), la cascarilla de soya combinada con granos secos de cervecería (Batajoo y Shaver, 1994) y granos secos de destilería (Schingoethe et al., 1999) fueron usados para reemplazar carbohidratos altamente digestibles en las dietas de vacas lecheras. La respuesta positiva del almidón de la dieta sobre la síntesis de proteína microbiana en la vaca ha sido bien documentada (Clark et al., 1990). Esto tal vez pudo incrementar la producción de leche y el porcentaje de proteína en la leche en el presente estudio.

Cuadro 1. Ecuaciones de regresiones lineales y cuadráticas para medir la respuesta al almidón de la dieta mediante el reemplazo de granos de cereales con FFNF.

Variable de respuesta	**n**	**Parámetro**	**Estimado**	**EE**	**valor-*P***	**ECM**
CMS (kg/d)	114	Intercepto	19.152	0.9034	<0.0001	0.0292
		Almidón	1.105	0.3016	0.0005	
		Almidon^2	-0.077	0.0297	0.01	
Producción de leche (kg/d)	114	Intercepto	31.869	1.1164	<0.0001	0.0261
		Almidón	0.339	0.0935	<0.0001	
Grasa de la leche (%)	112	Intercepto	3.942	0.0827	<0.0001	0.0388
		Almidón	-0.047	0.0106	<0.0001	
Producción de grasa en leche (kg/d)	103	Intercepto	1.074	0.0724	<0.0001	0.0224
		Almidón	0.047	0.0213	0.03	
		Almidon^2	-0.005	0.0020	0.03	
Proteína de la leche (%)	116	Intercepto	3.012	0.0437	<0.0001	0.0470
		Almidón	0.017	0.0053	0.003	
Producción de la proteína en leche (kg/d)	107	Intercepto	0.946	0.0368	<0.0001	0.0375
		Almidón	0.019	0.0044	0.0003	
Lactosa en leche (%)	82	Intercepto	4.755	0.0372	<0.0001	0.0571
		Almidón	-0.0006	0.0051	0.91	
Producción de lactosa en leche (kg/d)	79	Intercepto	1.459	0.1104	<0.0001	0.0236
		Almidón	0.016	0.0069	0.02	

CMS = consumo de materia seca, n = número de observaciones, EE = error estándar, ECM = error cuadrático medio.

La respuesta de la fermentación ruminal al consumo de almidón por las vacas se muestra en el Cuadro 2. El pH y el NH_3 en el rumen no se incrementaron al aumentar el

consumo de almidón, pero al aumentar el consumo de este nutriente tendió a reducir linealmente la concentración total de AGV y la proporción de acetato:propionato en el rumen. Similarmente, el acetato en el rumen disminuyó linealmente con el aumento en el consumo de almidón. En contraste, el aumento en el consumo de almidón resultó en un aumento lineal de las concentraciones del propionato, isobutirato, isovalerato y valerato en el rumen. Es bien conocido que la fermentación de almidón en el rumen aumenta la concentración de propionato (Raun, 1961; Remond et al., 1995), pero disminuye el acetato en el rumen (Remond et al., 1995; Gao y Oba, 2016). El aumento de la concentración del propionato en el rumen tal vez disminuyó el CMS en el presente estudio, ya que ha sido demostrado el efecto negativo que tiene el propionato en el rumen sobre la regulación del consumo mediante la afectación de la saciedad y el hambre (Oba y Allen, 2003). El aumento en las concentraciones del propionato, valerato e isobutirato en el rumen podrían explicar el incremento de la producción de leche en este meta-análisis, ya que estos metabolitos son precursores glucogénicos usados para la síntesis de glucosa (Raynolds et al., 2003), la cual es usada para la síntesis de lactosa en la glándula mamaria; y esta a su vez es el principal determinante de la producción de leche en las vacas.

Cuadro 2. Ecuaciones de la regresión lineal de la fermentación ruminal para medir la respuesta al almidón de la dieta mediante el reemplazo de granos de cereales con FFNF

Variable de respuesta	n	Parámetro	Estimado	EE	Valor-*P*	ECM
pH	52	Intercepto	6.299	0.0775	<0.0001	0.0373
		Almidón	-0.009	0.0073	0.24	
NH_3 (mg/dL)	51	Intercepto	12.220	1.7748	<0.0001	0.0735
		Almidón	0.026	0.1943	0.89	
AGV totales (*Mm*)	79	Intercepto	114.470	4.6885	<0.0001	0.0312
		Almidón	-0.810	0.4629	0.09	
Acetato (mol/100 mol)	83	Intercepto	66.153	1.3566	<0.0001	0.0416
		Almidón	-0.584	0.1430	0.0004	
Propionato (mol/100 mol)	83	Intercepto	20.171	0.8907	<0.0001	0.0361
		Almidón	0.305	0.1187	0.01	
Butirato (mol/100 mol)	83	Intercepto	12.117	0.5307	<0.0001	0.0314
		Almidón	-0.024	0.0663	0.72	
Acetato:propionato	55	Intercepto	3.296	0.1139	<0.0001	0.0631
		Almidón	-0.049	0.0256	0.06	
Isobutirato (mol/100 mol)	57	Intercepto	0.950	0.1723	<0.0001	0.0233
		Almidón	0.039	0.0178	0.03	

Isovalerato (mol/100 mol)	49	Intercepto	1.059	0.1859	<0.0001	0.0335
		Almidón	0.050	0.0151	0.002	
Valerato (mol/100 mol)	61	Intercepto	1.875	0.2528	<0.0001	0.0352
		Almidón	0.104	0.0498	0.04	

AGV = ácidos grasos volátiles, n = número de observaciones, EE = error estándar, ECM = error cuadrático medio.

La relación entre el consumo de almidón y la digestibilidad de los nutrientes total en el tracto digestivo de las vacas se puede observar en el Cuadro 3. La digestión de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) respondieron cuadráticamente al consumo de almidón. La digestión de la FDN disminuyó linealmente con el consumo de almidón. El efecto cuadrático en la digestibilidad de la MS ayuda a explicar el efecto cuadrático del CMS en el meta-análisis. Además, La respuesta cuadrática de la digestibilidad de la PC explica parcialmente el aumento de la producción de leche. Por otro lado, es bien conocido el efecto negativo entre el consumo de almidón y la digestibilidad de la FDN (Mertens y Loften, 1980); y esto es el resultado de la reducción de la actividad fibrolitica en el rumen por un pH bajo a medida que aumenta el consumo de almidón por las vacas. Por lo tanto, la digestibilidad de la MS, PC y FDN también ayudaron a explicar el efecto de reemplazar el almidón con FFNF sobre el CMS, la producción y composición de la leche de vacas en producción.

Cuadro 3. Ecuaciones de la regresión lineal y cuadrática de la digestibilidad de nutrientes para medir la respuesta al almidón de la dieta mediante el reemplazo de granos de cereales con FFNF

Variable de respuesta (%)	**n**	**Parámetro**	**Estimado**	**EE**	**Valor-*P***	**ECM**
MS	69	Intercepto	63.059	1.8300	<0.0001	0.0779
		Almidón	1.648	0.6879	0.02	
		Almidon^2	-0.139	0.0651	0.04	
MO	60	Intercepto	69.331	1.2163	<0.0001	0.0559
		Almidón	0.002	0.1636	0.98	
Almidón	45	Intercepto	94.485	1.5167	<0.0001	0.0843
		Almidón	-0.173	0.2157	0.43	
PC	55	Intercepto	61.657	2.3380	<0.0001	0.0368
		Almidón	2.286	0.8360	0.01	
		Almidon^2	-0.229	0.0770	0.005	
FDN	63	Intercepto	64.390	1.8187	<0.0001	0.0692
		Almidón	-2.351	0.3737	<0.0001	

MS = materia seca, MO = materia orgánica, PC = proteína cruda, FDN = fibra detergente neutro, n = número de observaciones, EE = error estándar, ECM = error cuadrático medio.

CONCLUSIONES

Este meta-análisis indicó que la reducción del almidón de los granos de cereales con FFNF afecta significativamente el comportamiento productivo de las vacas tal como el CMS, la producción de leche y los componentes de la leche. Estos efectos fueron claramente explicados por los parámetros de fermentación ruminal y la digestibilidad de los nutrientes en las vacas. Por lo tanto, es necesario considerar lo encontrado en este estudio cuando se piense disminuir el almidón de los granos de cereales con FFNF en las dietas de vacas lecheras en producción.

BIBLIOGRAFÍA

Batajoo, K. K., and R. D. Shaver. 1994. Impact of non-fiber carbohydrates on intake, digestion, and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 77:1581–1588.

Bradford, B. J., and C. R. Mullins. 2012. Invited review: Strategies for promoting productivity and health of dairy cattle by feeding nonforage fiber sources. J. Dairy Sci. 95:4735–4746.

Clark, J. H., T. H. Klusmeyer, and M. R. Cameron. 1990. Microbial Protein Synthesis and Flows of Nitrogen Fractions to the Duodenum of Dairy Cows. J. Dairy Sci. 75:2304–2323.

Firkins, J. L. 1997. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. J. Dairy Sci. 80:1426–1437.

Goa, X, and M. Oba. 2016. Effect of increasing dietary nonfiber carbohydrate with starch, sucrose, or lactose on rumen fermentation and productivity of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 99:291–300.

Mertens, D. R., and Loften J.R. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. J. Dairy Sci. 63:1437–1446.

Miron, J., E. Yosef, and E. Ben-Ghedalia. 2001. Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds. J. Agric. Food Chem. 49:2322–2326.

Oba, M. and M. S. Allen. 2003. Intraruminal infusion of propionate alters feeding behavior and decreases energy intake of lactating dairy cows. J. Nutr. 133:1094–1099.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. URL: https://www.R-project.org/.

Raun, N. S. 1961. Dietary factors affecting volatile fatty acid production in the rumen. Ph. D. Dissertation. Iowa State University. 1–147.

Rémond, D., E Delval, and J. P. Chaise. 1995. Effect of starch supply to the rumen on volatile fatty acids, lactate and Dβ-hydroxybutyrate net fluxes in the ruminal veins of sheep fed hay. Ann Zootech. 44 (Suppl):287.

Reynolds, C. K., C. P. Aikman, B. Lupoli, D. J. Humphries, and D. E Beever. 2003. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. J. Dairy Sci. 86:1201–1217.

Sanchez-Duarte, J. I. 2017. Response of dairy cows to dietary starch concentrations: Performance, nutrient digestion, and gas emissions. Ph.D. Diss. South Dakota State University, Brookings, SD. 173 pages.

Schingoethe, D. J., M. J. Brouk, and C. P. Birkelo. 1999. Milk production and composition from cows fed wet corn distillers grains. J. Dairy Sci. 82:574–580.

Staples, C. R., C. L. Davis, G. C. McCoy, and J. H. Clark. 1984. Feeding value of wet corn gluten feed for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 67:1214–1220.

St-Pierre, N. R., 2001. Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. J. Dairy Sci. 84:741–755.

RIZOBACTERIAS NATIVAS Y SU EFECTO COMO BIO-FERTILIZANTES EN PLÁNTULAS DE CHILE POBLANO, CULTIVADOS EN INVERNADERO

Apolinar González Mancilla[1], Juan José Almaraz Suarez[2], Ronald Ferrera Cerrato[2], María del Pilar Rodríguez Guzmán[2], Oswaldo Rey Taboada Gaytán[3], Antonio Trinidad Santos[2]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo km 28, Ejido Venecia, Gómez Palacio, Durango, México. E-mail: apolinar.gonzalez@ujed.mx.
[2]Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C.P. 56230.
[3]Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205. Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. C.P. 72760.

INTRODUCCIÓN

El suelo es el sustrato físico para la vida de los animales terrestres (incluyendo al hombre) y un medio para el crecimiento de las plantas, amortigua los flujos de agua, y en él ocurre la descomposición y liberación de nutrimentos (Stott y Taylor, 2016). Los microorganismos que viven en el suelo están íntimamente asociados con todas estas funciones (Aislabie y Deslippe, 2013). La microbiota se encuentran en mayor densidad cerca de las raíces de las plantas, donde hay mayor disponibilidad de compuestos orgánicos exudados (Massenssini *et al*., 2014), lo que permite el reclutamiento de microorganismos benéficos para el crecimiento de las plantas (Wolfe y Klironomos, 2005).

Los microorganismos benéficos más estudiados y que han sido utilizados como bio-fertilizantes son las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV). Los bio-fertilizantes son sustancias que contiene microorganismos vivos y que al ser aplicados al suelo, semillas o plantas, colonizan la rizósfera y promueven el crecimiento y rendimiento, al aumentar el suministro o la disponibilidad de nutrimentos a la planta huésped, mediante la fijación de nitrógeno y la solubilización de fósforo y potasio, además de la producción de reguladores del crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas), e inhibición de hongos fitopatógenos (Hariprasad y Niranjana, 2009; Sandhya *et al*., 2010; Saraf *et al*., 2011; Kumar *et al*., 2015; Kumar *et al*., 2018; Ju *et al*., 2018).

Los bio-fertilizantes con base en RPCV, son alternativas para reducir el uso de fertilizantes químicos, los cuales al no ser aprovechadas totalmente por las plantas ejercen efectos negativos en el ambiente. Según Ju *et al*. (2018), del fertilizante químico total aplicado se pierde entre el 60 y 90 %, el resto (10- 40 %) es absorbido por las plantas. Entonces, los bio-fertilizantes pueden ser utilizados para incrementar la productividad agrícola, y mantener la salud del suelo y del medio ambiente (Adesemoye *et al*., 2009; Pal *et al*., 2015).

En cultivos de Capsicum sp., también se han aplicado RPCV como bio-fertilizantes (Kim *et al*., 2008; Datta *et al*., 2011; Hahm *et al*., 2012; Luna *et al*., 2013; Gonzalez *et al*., 2017) y se han encontrado incrementos en la calidad de plántulas antes del trasplante, incrementos en altura y en biomasa radical y foliar, y mayor productividad del cultivo. Singh *et al*. (2015), informaron que el uso de bio-fertilizantes aumenta entre un 15 y 30 % el rendimiento del cultivo. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el antagonismo de RPCV hacia fitopatógenos y estudiar sus efectos en el crecimiento de plántulas de chile poblano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectó suelo rizosférico en nueve sitios de chile poblano, en tres municipios del estado de Puebla, México (San Matías Tlalancaleca, San Lorenzo Chiautzingo y Huejotzingo). En los sitios de muestreo los valores de pH (suelo, agua 1:2) fluctuaron entre 4.9 a 7.6. Los contenidos de materia orgánica fueron de 0.27 a 1.48 % y de nitrógeno de 0.01 a 0.07 %. El fósforo fluctuó de 41.1 a 428.8 mg kg^{-1} en los sitios. La textura del suelo fue clasificado como franco arenoso (FA), franco arcillo arenoso (FAA) y areno francoso (AF) (González-Mancilla *et al*., 2017).

Las muestras de rizósfera fueron procesadas en campana de flujo laminar en condiciones de asepsia. Siguiendo la técnica por dilución seriada (Madigan *et al*., 2009) y en medios de cultivos específicos se determinaron las colonias de RPCV: agar nutritivo para bacterias totales (BT), Pikovskaya para detectar bacterias solubilizadoras de fosfatos (BSP), Rennie para fijadoras de nitrógeno (BFN) y Luria-Bertani (LB) para bacterias productoras de auxinas (BPA); además se determinó hongos totales utilizando el medio PDA (agar papa dextrosa). Las colonias se cuantificaron después de tres días de incubación a 28 °C. La cantidad de fosfatos y auxinas, producidas por las BSP y BPA, fueron determinados en un espectrofotómetro después de sembrarlas en los medios de cultivos específicos, pero en estado líquido.

Se confrontaron las RPCV y los hongos fitopatógenos que causan la pudrición radical, aisladas en plantas de chile poblano: *Fusarium* sp. y *Phytophthora capsici*. Para observar la inhibición del hongo, ambos microorganismos fueron sembrados en cajas petri con medio de cultivo PDA a una distancia de 4 cm entre microorganismos. Después de 24 horas de haber sembrado la bacteria, se sembró el patógeno, éste consistió en un disco con micelio del hongo cultivado previamente en PDA y un diámetro de 0.5 cm; se incubaron a 28 °C entre 8 y 11 días después, teniendo cuatro repeticiones por cepa, incluyendo los testigos (patógeno sin bacteria). Para evaluar el porcentaje de inhibición del hongo por las rizobacterias se aplicó la fórmula: % inhibición = (1- diámetro de la cepa/diámetro control) (100) (Yu *et al*., 2011).

Se incluyeron diez cepas de BPCV para evaluar sus efectos en la promoción de crecimiento, las cuales fueron seleccionadas por su capacidad para solubilizar fosfatos, producir auxinas o fijar nitrógeno. Las cepas bacterianas se cultivaron en caldo nutritivo en agitación constante por tres días a 28 ºC hasta obtener una concentración de 10^8 células/mL (Cuadro 1). Se compararon con dos testigos: uno sin inocular y otro que consistió en la inoculación de la cepa bacteriana Bacillus pumillus R44 con probada capacidad para promover crecimiento, la cual fue proporcionada por el Laboratorio de Microbiología del Colegio de Postgraduados.

Cuadro 1. Características de las cepas inoculadas como biofertilizantes en plántulas de chile poblano, en invernadero.

Clave	Cepa identificada	Cantidad producida (µg/mL)	10^8 UFC mL^{-1}
CPPC6	*Serratia plymuthica*	Fosfato: 463	6.86
CPPC22	*Serratia marcescens*	Fosfato: 224	154.4
CPPC54	*Serratia plymuthica*	Fosfato: 424	10.76
CPPC55	*Serratia plymuthica*	Fosfato: 744	39.86
CPAC35	*Agrobacterium vitis*	Auxina: 23.1	110.66
CPAC36	*Arthrobacter* sp.	Auxina: 21.4	62.93
CPAC20	*Bacillus simplex*	Auxina: 22.5	0.23
CPAC53	*Serratia liquefaciens*	Auxina: 23.9	33.9
CPNC9	*Stenotrophomonas maltophilia*	--	518.4
CPNC10	*Serratia marcescens*	--	0.65

Algunos datos fueron publicados por González *et al*., 2017.

El sustrato utilizado para el crecimiento de plántulas de chile poblano fueron peat moss, perlita y vermiculita (relación 1:1:1), esterilizado a 18 lb por 3 h. La semilla de chile fue desinfectada con cloro al 1 % por 3 minutos y lavada tres veces con agua destilada estéril. Se sembró dos semillas por cavidad, eliminando una de ellas posterior a la emergencia y se inoculó 1 mL de suspensión bacteriana. Las plántulas fueron cosechadas después de 68 días de ser inoculadas. Se midió altura con una regla y se cuantifico el número de hojas por planta. La biomasa seca total fue determinada con una balanza analítica (Sartorius, Modelo Analytic AC 210S, Illinois, EUA) después de ser secado en un horno (Felisa, Modelo 242-A) a 70 ºC por 72 h. El experimento fue establecido utilizando un diseño experimental completamente al azar con 12 tratamientos (incluyendo los testigos) y 20 repeticiones. Los datos obtenidos fueron analizados

mediante el paquete estadístico SAS para Windows 2002, realizando un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey, α = 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las poblaciones de microorganismos encontradas en chile poblano cultivadas a campo abierto, fueron de 10^5 unidades formadoras de colonias por gramo de suelo seco (UFC g.s.s.) en BT y BFN; de 10^4 UFC g.s.s. en BSP y BPA; los hongos totales fluctuaron en 10^2 UFC g.s.s. (González *et al*., 2018). Del total de colonias cuantificadas, se aislaron 215 cepas: 74 de BSP, 70 de BFN y 71 cepas de BPA. Las cantidades de solubilización y producción de auxinas se detallan en González-Mancilla *et al*., 2017.

La actividad antagónica hacia *Fusarium* sp., por las 74 cepas de BSP fluctuó entre 0 y 39 %, y de 0 a 63 % en la inhibición de *P. capsici*; únicamente ocho cepas inhibieron *Fusarium* sp., entre un 21-39 % y 20 cepas que limitaron el crecimiento de *P. capsici* entre un 40 y 63 %. De las BPA, se encontraron tres cepas con capacidad para inhibir el crecimiento de *Fusarium* sp., en un 24, 36 y 39 %; y 22 cepas lograron un efecto antagónico entre 21-45 % sobre *P. capsici*. El efecto de las BFN sobre la inhibición de *Fusarium* sp., fluctuó entre 0 y 23 %, únicamente siete cepas lograron disminuir el desarrollo del patógeno entre 11 y 23 %; estas rizobacterias inhibieron *P. capsici* entre 0-57 %, 17 de ellas inhibieron entre 21 y 57 % de su crecimiento.

Las cepas seleccionadas para evaluar su potencial, de ser utilizados como bio-fertilizantes en chile poblano, también presentaron un efecto antagónico hacia los patógenos (Figura 1). Las cepas CPPC55, CPAC35 y CPAC53, demostraron mayor capacidad para inhibir *Fusarium* sp., con 37, 36 y 39 %; a excepción de la cepa CPAC35, las nueve restantes inhibieron *P. capsici* entre un 35 y 45 % (Figura 1).

En este trabajo, *Serratia plymuthica* logró inhibir *Fusarium* sp. y *P. capsici*, lo cual ha sido confirmado por otros estudios (Frommel *et al*., 1991; Kim *et al*., 2008), pero además se han reportado su actividad antagónica sobre *Rhizoctonia solani* (Grosch *et al*., 2005) y *Pythium* sp. (Ovadis *et al*., 2004), todos causantes de la secadera o “damping-off” en cultivos hortícolas. Las RPCV como BSP, BFN y BPA pueden inhibir la incidencia de enfermedades radicales, debido a que sintetizan sideróforos, antibióticos y enzimas hidrolíticas como la quitinasa, proteasa, celulasas o glucanasas, con capacidad para degradar la pared celular del hongo (Wang *et al*., 2002; Hayat *et al*., 2010).

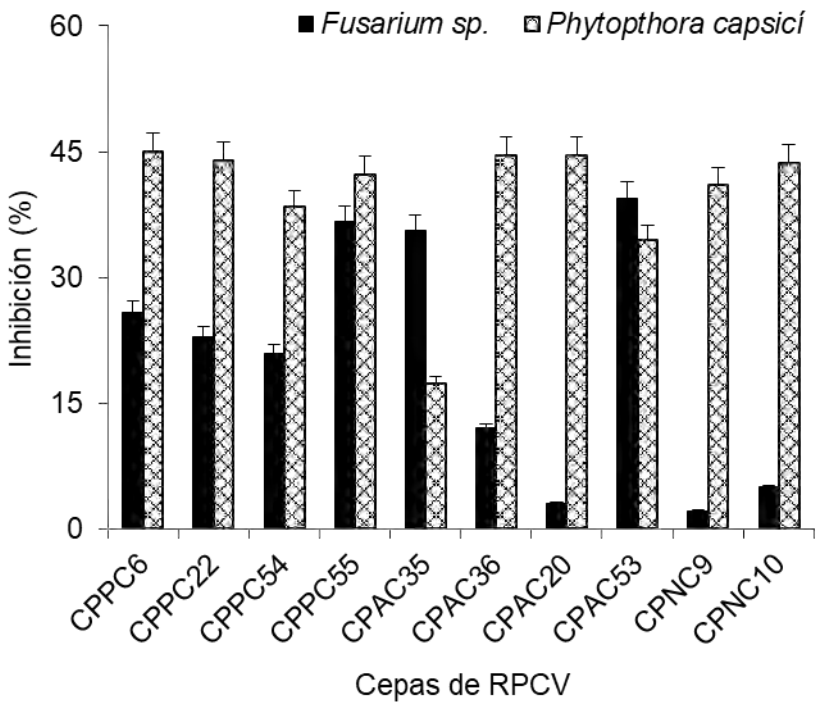


Figura 1. Porcentaje de inhibición de *Fusarium* sp., y *Phytophthora capsici* por efecto de las RPCV aisladas de suelo rizosférico de chile poblano, en la Sierra Nevada del estado de Puebla, México. Medias n = 4, ± EE.

Los efectos de los diferentes biofertilizantes inoculados en altura y numero de hojas fueron significativos (Tukey, α = 0.05, a > b) (Figura 2). La altura final de las plántulas fluctuó entre 6.9 y 9.6 cm, siendo mejor aquellas inoculadas con *Rhizobium nepotum* (CPAC35) y *Serratia plymuthica* (CPPC55); los incrementos respecto al testigo (T) fueron de 23 y 15 %. El número de hojas también fue mayor en las plántulas tratadas con CPPC55 y CPAC35, y se reflejó en un mayor área foliar como lo indica González *et al*., 2017.

La biomasa seca total según el efecto de los biofertilizantes también fue estadísticamente significativa (Tukey, α = 0.05, a > b) (Figura 2). La producción de biomasa seca fluctuó entre 50 y 82 g, siendo el valor más alto en el tratamiento CPAC35 y el más bajo en las plantas inoculadas con la cepa CPNC9. Los incrementos de las cepas CPAC35 y CPPC55 (72 g de biomasa seca) fueron de 26 y 11 % más en la producción de biomasa seca comparado con el testigo, quien obtuvo en promedio una producción de 65 g.

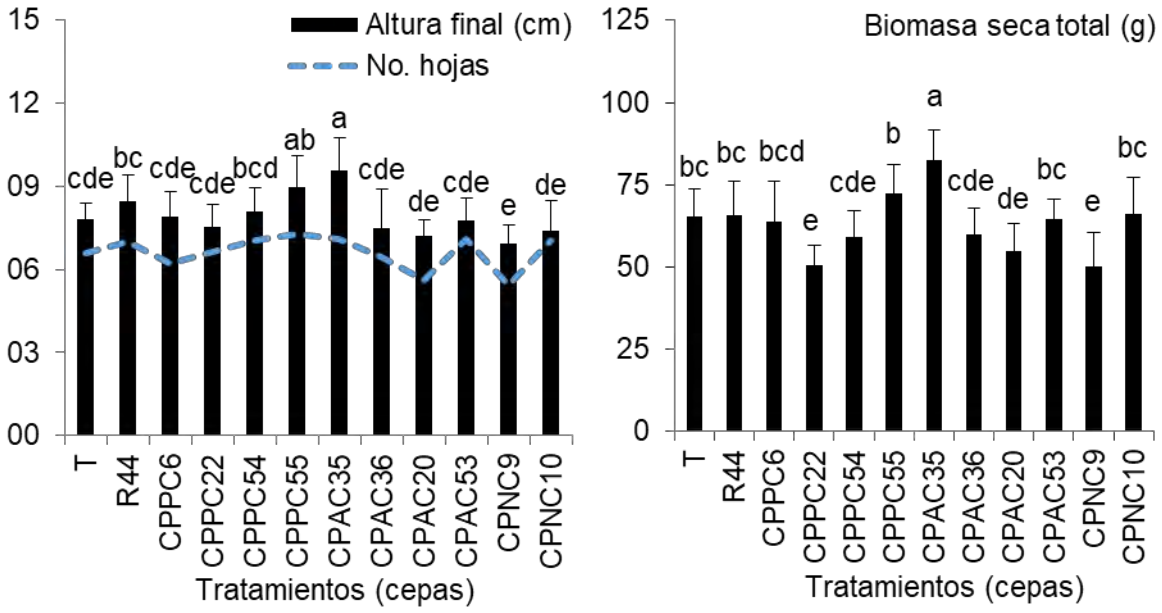


Figura 2. Efecto de los diferentes bio-fertilizantes elaborados con RPCV nativas de chile poblano, en el crecimiento de plántulas cultivado en invernadero. Algunos datos fueron publicados en González *et al*., 2017. Medias n = 20, ± EE.

CONCLUSIONES

Los bio-fertilizantes formulados con rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal pueden ser alternativas para disminuir el uso de fertilizantes químicos en cultivos de importancia agrícola. Las cepas *Serratia plymuthica* y *Rhizobium nepotum* pueden ser utilizados como bio-fertilizantes por su capacidad para promover mayor altura y biomasa seca en plántulas de chile poblano.

BIBLIOGRAFÌA

Adesemoye A. O., Kloepper J. W. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer use efficiency. Applied Microbiology Biotechnology 85(1): 1-12.

Aislabie J., Deslippe J. R. 2013. Soil microbes and their contribution to soil services. In: Dymond, J. R. (Ed.). Ecosystem services in New Zealand - conditions and trends. Lincoln, New Zealand, Manaaki Whenua Press. 112-161 pp.

Datta M., Palit R., Sengupta C., Pandit M. K., Banerjee S. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria enhance growth and yield of chilli (*Capsicum annuum* L.) under field conditions. AJCS 5(5): 531-536.

Frommel M. I., Pazos G. S., Nowak J. 1991. Plant-growth stimulation and biocontrol of Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*) by co-inoculation of tomato seeds with *Serratia plymuthica* and Pseudomonas sp. Fitopatologia 26: 66-73.

González M. A., Almaraz S. J. J., Ferrera C. R., Rodríguez G. M. P., Taboada G. O. R., Trinidad S. A., Alarcón A., Arteaga G. R. I. 2017. Caracterización y selección de rizobacterias promotoras de crecimiento en plántulas de chile poblano (*Capsicum annuum* L.). Rev. Int. Contam. Ambie. 33(3): 463-474.

González M. A., Almaraz S. J. J., Ferrera C. R., Rodríguez G. M. P., Taboada G. O. R., Trinidad S. A. 2018. Rizobacterias y hongos micorrízicos arbusculares asociados con chile poblano en la Sierra Nevada de Puebla, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 20: 4355-4365.

Grosch R., Faltin F., Lottmann J., Kofoet A., Berg G. 2005. Effectiveness of 3 antagonistic bacterial isolates to control *Rhizoctonia solani* Kuhn on lettuce and potato. Canadian Journal of Microbiology 51: 345-53.

Hahm M. S., Sumayo M., Hwang Y. J., Jeon S. A., Park S. J., Lee J. Y., Ahn J. H., Kim B. S., Ryu C. M., Ghim S. Y. 2012. Biological control and plant growth promoting capacity of rhizobacteria on pepper under greenhouse and field conditions. J. Microbiol. 50(3): 380-385.

Hariprasad P., Niranjana S. R. 2009. Isolation and characterization of phosphate solubilizing rhizobacteria to improve plant health of tomato. Plant Soil 316(1): 13-24.

Hayat R., Ali S., Amara U., Khalid R., y Ahmed I. 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. Ann Microbiol 60: 579-98.

Ju I., Bang W. J., Sila M. D., Onyimba I. A., Egbere O. J., 2018. A review: Biofertilizer - A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. Microbiol Biotechnol Rep 2(1): 22-28.

Kim Y. C., Kim K. Y., Jung H., Park S. K. 2008. An effective biocontrol bioformulation agains Phytophthora blight of pepper using growth mixtures of combined chitinolytic bacteria under different field conditions. Eur. J. Plant Pathol. 120(4): 373-382.

Kumar N., Singh H. K., Mishra P. K. 2015. Impact of organic manure and bio-fertilizers on growth and quality parameters of strawberry Cv. Chandler. Indian Journal of Science and Technology 8(15): 1-6.

Kumar S. M., Singh K. D., Chand S. M. 2018. Effect of Bio-fertilizers and Plant Growth Regulators on Growth, Flowering, Fruit Ion Content, Yield and Fruit Quality of Strawberry. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology 11(3): 439-449.

Luna M. L., Martínez P. R. A., Hernández I. M., Arvizu M. S. M., Pacheco A. J. R. 2013. Caracterización de rizobacterias aisladas de tomate y su efecto en el crecimiento de tomate y pimiento. Rev. Fitotec. Mex. 36(1): 63-69.

Madigan M. T., Martinko J. M., Dunlap, Clark P. D. 2009. Brock. Biología de los Microorganismos 12a.ed. Pearson Educación, S.A. Madrid, España 1259 pp.

Massenssini A. M., Bonduki V. H. A., Melo C. A. D., Tótola M. R., Ferreira F. A., Costa M. D. 2014. Soil microorganisms and their role in the interactions between weeds and crops. Planta Daninha, Viçosa-MG. 32(4): 873-884.

Ovadis M., Liu X. G., Gavriel S., Ismailov Z., Chet I., Chernin L. 2004. The global regulator genes from biocontrol strain *Serratia plymuthica* IC1270: Cloning, sequencing, and functional studies. Journal of Bacteriology 186: 4986-4993.

Pal S., Singh H.B., Alvina F., Rakshit A. 2015. Fungal biofertilizers in Indian agriculture: perception, demand and promotion. Journal of Eco-friendly Agriculture 10(2): 101-113.

Sandhya V., Ali S. Z., Venkateswarlu B., Reddy G., Grover M. 2010. Effect of osmotic stress on plant growth promoting *Pseudomonas* spp. Arch. Microbiol. 192(10): 867-876.

Saraf M., Kumar J. C., Patel D. 2011. The role of ACC deaminase producing PGPR in sustainable agriculture. En: Plant growth and health promoting bacteria (D. K. Maheshwari, Ed.). Springer Berlin Heidelberg, Microbiology Monographs Vol. 18, pp. 365-385.

Singh K. A., Beer K., Pal A. K. 2015. Effect of vermicompost and bio-fertilizers on strawberry growth, flowering and yield. Annals of Plant and Soil Research 17(2): 196-99.

Stott M. B., Taylor M. W. 2016. Microbial ecology research in New Zealand. New Zealand J. Ecol. 40(1): 12-28.

Wang S. L., Hsiao W. J., Chang W. T. 2002. Purification and characterization of an antimicrobial chitinase extracellularly produced by *Monascus purpureus* CCRC31499 in a shrimp and crab shell powder medium. J Agric Food Chem 50: 2249-2255.

Wolfe B. E., Klironomos J. N. 2005. Breaking new ground: soil communities and exotic plant invasion. BioSci. 55(6): 477-487.

Yu X., Ai C., Xin L., Zhou G. 2011. The siderophore-producing bacterium, *Bacillus subtilis* CAS15, has a biocontrol effect on *Fusarium* wilt and promotes the growth of pepper. European Journal of Soil Biology 47: 138-145.

UTILIZACIÓN DE IMPLANTES Y ADITIVOS DE GANADO BOVINO PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE

Alejandro González Assef

Empresa Sukarne, Gómez Palacio, Dgo.

1. Expectativa de crecimiento mundial a 2050

La industria ganadera a nivel mundial se enfrenta a considerables desafíos en la producción de suficiente proteína animal para cumplir las necesidades de la creciente población nacional. La población mundial se prevé que aumente desde la actual 7 mil millones de personas a más de 9.5 mil millones para el año 2050, mientras que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO; 2009) proyecta hasta un 70% de aumento en la demanda de carne, leche y huevos. Por lo tanto, la industria agropecuaria debe producir más alimentos usando menos insumos como competencia por la tierra, agua y energía intensificada.

La mejora de la productividad (Ganancia Diaria de Peso y Peso de Sacrificio) dentro de la industria de la carne entre 1977 y 2007 redujo el uso de recursos y salida de deshechos por kilogramo de carne de vacuno (Capper, 2011). Para mantener la aceptación social para operar en un mercado impulsado por la demanda, donde el impacto ambiental de la producción ganadera es una preocupación significativa, es esencial mejorar aún más la productividad y demostrar el compromiso de la industria en un modelo sustentable. Es ampliamente reconocido una relación positiva entre la productividad mejorada y tanto la sustentabilidad ambiental como económica; por lo cual, a medida que el uso de recursos se reduce por unidad de proteína animal, el retorno económico también aumenta.

Los consumidores están preocupados actualmente tanto por la calidad de los productos como por la forma que fueron producidos, especialmente con temas como Bienestar Animal (BA) como por las tecnologías para aumentar el crecimiento en producción animal (Wandel y Bugge, 1997). Sin embargo, esta relación positiva entre mejora de productividad y beneficios ambientales como económicos no se entiende ampliamente fuera de la industria ganadera.

Los procesadores y minoristas a menudo usan las preocupaciones del consumidor como justificación para restringir el uso de estas tecnologías. Lusk et al. (2003) no observó diferencia en la aceptación del consumidor de la carne de res de animales tratados o no tratados con hormonas en los Estados Unidos Estados, Alemania y Reino Unido.

2. Utilización de tecnologías para la maximización de la eficiencia de engorda de ganado.

La utilización de implantes y aditivos alimenticios constituyen métodos efectivos para mejorar el desempeño productivo del ganado y al mismo tiempo reducir los costos de producción. Los implantes mejoran la deposición de proteína mientras que disminuyen la acumulación de grasa. Los programas de implante diseñados adecuadamente deben considerar la edad, sexo, peso y raza del animal, así como también los objetivos de mercado. La consistencia de las respuestas de los programas de implante en el largo plazo dependen no solo del producto utilizado, sino también del tiempo y secuencia.

MODULADORES HORMONALES	ANTIBIÓTICOS	MODULADORES DE FERMENTACIÓN	BETAGONISTAS
Trenbolona	Penicilina	Monensina	Ractopamina
MGA	Estreptomicina	Salinomicina	Zilpaterol
17 B estradiol	Neomicina	Virginiamicina	
Zeranol	Oxitetraciclina		
	Eritromicina		
	Sulfas		
	Clorotetraciclina		

La utilización de implantes promotores del crecimiento y aditivos alimenticios es una práctica extensiva en la industria ganadera actual, cuyo principal objetivo es reducir los costos totales de producción. Si bien ambos tienden a mejorar el desempeño productivo del ganado, los implantes mejoran tanto la eficiencia alimenticia como la ganancia diaria de peso; mientras que los aditivos, en general, tienden a influir en la micro flora del tracto digestivo y el medio ambiente, lo que a su vez, promueve una mejor salud animal lo que finalmente se traduce en una mejora de la eficiencia de conversión alimenticia.

3. Utilización de Implantes

Los implantes promotores del crecimiento han sido utilizados masivamente en producción de carne por más de 30 años. Sin embargo, desde entonces se han registrado importantes y significativos cambios en los tipos de implantes y en las estrategias de uso. Con anterioridad a 1987 los implantes disponibles utilizaban agentes estrogénicos, los cuales mejoran el uso de los nutrientes para mejorar el crecimiento. A partir de 1987 se aprueba la utilización de los agentes androgénicos, específicamente el acetato de trembolona (TBA, de sus siglas en Inglés), que estimula el crecimiento muscular. Este compuesto tiene un efecto aditivo al existente ejercido

por los implantes estrogénicos y adiciona un 2 a 3 % más en conversión alimenticia y de un 3 a 5% en ganancias diarias de peso. Si bien los implantes tienden a ser más efectivos en engordas a corral, su uso también ha sido efectivo bajo otras situaciones productivas. Los implantes promotores de crecimiento aprobados son extremadamente seguros, no sólo para el ganado sino también para los productores que manipulan los productos y para los consumidores que ingieren la carne de animales implantados.

Una vez que el implante ha sido administrado al animal ocurre una rápida liberación de hormonas al torrente sanguíneo. El nivel de promotores del crecimiento que se liberan desde el implante comienza a descender después de algunos pocos días, pero permanece por sobre niveles mínimos necesarios para estimular un crecimiento efectivo por meses. El periodo de tiempo por el cual los promotores del crecimiento permanecen sobre estos niveles efectivos dependerá del diseño farmacéutico del implante y la calidad de la técnica de implantación. La administración de un segundo implante (re-implante) es usualmente programado para coincidir con la declinación del nivel de hormonas promotoras de crecimiento circulando en la sangre. Cabe señalar que implantes dañados y compuestos estrogénicos en los alimentos también causan efectos secundarios, tales como actividad de bullying, prolapsos y desarrollo de la ubre.

Respuesta productiva esperada: Actualmente, los implantes se han convertido en productos de diversos diseños, con variadas dosis y combinaciones de agentes estrogénicos y/o androgénicos. En programas de engorda, las consideraciones sobre el uso de implantes son más importantes. En esta etapa productiva lo más relevante es la reducción del costo de ganancia. Sin embargo, se debe considerar la influencia que el uso de implantes puede tener sobre la calidad de las canales. En un resumen de 37 experimentos, Duckett y colaboradores (1996) reportaron que en comparación con ganado sin implantes, el ganado implantado tuvo un 18% más de ganancia diaria de peso, 6% más de consumo y 8% mejor conversión (kg alimento/kg peso ganado), pero con una reducción de un 14,5% (74 vs. 59,5) de canales siendo categorizadas como Choice según la escala del USDA. La respuesta a los implantes en el periodo de engorda no solo varía con el producto utilizado sino también con el género del animal.

El mayor desafío en la selección del implante radica en considerar los efectos de la administración de un implante anterior y en el diseño de una estrategia de implantes que permitan lograr los objetivos específicos de producción y de la demanda del mercado. El conocimiento de los productos y su correcta utilización en el desarrollo de estrategias y en el diseño de sistemas de implantes está cobrando cada día mayor importancia. Mader y colaboradores (1994) compararon los regímenes de vida de implantes basados en estudios

(Mader y colaboradores, 1985 y Mader 1994) que demostraron que la respuesta pos destete a programas de implante/reimplante fueron mejorados cuando se utilizaron implantes de baja potencia (productos con baja dosis de estrogénicos principalmente) fueron seguidos por implantes de potencia moderada o alta como alternativa de reimplante. La utilización de TBA, como parte de un programa terminal para mejorar la respuesta a un implante estrogénico, es altamente recomendable. Los programas de implantes para el ciclo de vida del animal deben ser diseñados para obtener la máxima respuesta de crecimiento con una mínima expresión de efectos secundarios en animales vivos y con limitados efectos adversos en la calidad y características de la canal. El uso estratégico de implantes iniciales de baja a moderada potencia seguido por implantes de alta potencia debería ser adecuado para alcanzar las metas antes establecidas. Además, para maximizar los beneficios, es importante mantener un nivel del agente anabólico por sobre el umbral mínimo. El periodo de tiempo que un implante libera agentes promotores de crecimiento por sobre este umbral (payout period) varía entre implantes y debe ser considerado a la hora de seleccionar los implantes. Las estimaciones de la efectividad de cada implante se basan en las conclusiones de diversos científicos a partir de ensayos de campo publicados así como por lo declarado por las compañías basado en investigaciones propias que incluyen muestras de sangre y tejido vivo. Dichas estimaciones son valiosas para recomendar un tiempo óptimo para reimplantar y no siempre son adecuados para comparar implantes. La vida útil efectiva es solo de los factores que afecta los resultados de un programa de implante. La estrategia de implante debe estar basada en una fecha objetivo predeterminada, como un punto final de engorda para el ganado que será sacrificado, que coincida con la dosis de implante o potencia para la edad del animal, peso y/o producción deseada.

4. Utilización de betagonistas

En México existen dos βAA autorizados (NOM-EM-015-ZOO-2002) para emplearlos como aditivos alimenticios ractopamina y clorhidrato de Zilpaterol. La administración oral de algunos agonistas β –adrenérgicos sintéticos, modifica el crecimiento por aumento de la masa muscular y disminución de la acumulación de grasa.

Los agonistas β –adrenérgicos pueden incrementar el flujo sanguíneo a ciertas regiones del cuerpo. Este aumento permite el proceso de hipertrofia en el músculo esquelético al transportar mayores cantidades de sustratos y fuentes de energía para la síntesis de proteína. Otra de las principales acciones de los agonistas β –adrenérgicos orales en la disminución en la cantidad de grasa de la canal. Se ha demostrado in vitro la degradación de triacilgliceroles en adipocitos

y la inhibición de la síntesis de ácidos grasos y de triacilglicerol. En algunos casos, aunque no en todos, después de la administración crónica de un agonista, el tejido adiposo de los animales presenta una actividad lipolítica plasmática de ácidos grasos no esterificados después de la administración de un agonista β –adrenérgicos, confirma la actividad lipolítica que ocurre en los adipocitos.

Zilpaterol

El zilpaterol es un β –agonista con gran capacidad de retención de nitrógeno y aumento de la síntesis proteica, generando así una masa muscular deseable en la canal; asimismo, se sabe que a nivel celular el zilpaterol ha demostrado una importante capacidad para inhibir la lipogénesis y estimular la lipólisis en los adipoçitos de los bovinos; todo ello por medio de unión a receptores β1 y β2 por estas razones es claro que la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Al administrarse por vía oral se absorbe rápidamente y se biotransforma por glucuronidación hepática. En bovinos tiene una biodisponibilidad del 88%.

El zilpaterol incrementa la ganancia diaria de peso, mejora la conversión alimenticia, incrementa el rendimiento en canal, genera carne magra, disminuye el desecho de nutrientes no aprovechados que se eliminan en heces y no altera la calidad de la carne en cuanto a sabor, color y textura. Se utiliza en bovinos y se menciona que la raza no afecta su efectividad. Los niveles de energía se mantienen y se recomienda suplementar con vitaminas y minerales para optimizar la engorda. Cuando se adiciona zilpaterol en dietas pobres, la respuesta es limitada. Al comenzar el tratamiento los resultados son notables; especialmente en las 2 primeras semanas. Esto es especialmente deseable ya que en la última etapa de engorda los bovinos comienzan a depositar mayor cantidad de grasa en la canal ya que han alcanzado alrededor de 60% de su peso maduro, en esta fase de crecimiento comienza a haber mayor desarrollo de los tejidos grasos que de musculo, por esta razón la implementación de los βAA es una estrategia útil ya que su función como repartidor de nutrientes ayuda a reducir la síntesis de grasa, y mantener o mejorar la deposición de carne en la canal. Sin embargo, la implementación de este tipo de tecnologías alimenticias incrementa los costos de producción al ser un aditivo de precio elevado, en la actualidad existen productos genéricos (30 a 50 % más baratos que el producto de patente) al clorhidrato de Zilpaterol.

Dosis	Variable	*P*	Referencia
Consumo de materia seca, CMS			
8.3 mg/kg de MS	Reduce el CMS (3.5 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014
6 mg/kg de MS	No hay efecto en CMS	NS	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	No hay efecto sobre CMS	NS	Avendaño et al., 2014
Ganancia diaria de peso, GDP			
8.3 mg/kg de MS	Incrementa la GDP (14 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014

6 mg/kg de MS	Incrementa la GDP (23 %)	0.05	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	Incrementa la GDP (35 %)	<0.001	Avendaño et al., 2014
Peso de canal caliente, PCC			
8.3 mg/kg de MS	Incrementa la PCC (4 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014
6 mg/kg de MS	No hay efecto en PCC	0.13	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	Incrementa la PCC (7 %)	<0.001	Avendaño et al., 2014
Área del *longissimus dorsi*, cm²			
8.3 mg/kg de MS	Incrementa área *L. dorsi* (10 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014
6 mg/kg de MS	Tendencia a incrementar (6 %)	0.06	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	Incrementa área *L. dorsi* (12.7 %)	0.02	Avendaño et al., 2014
Espesor de grasa dorsal, cm (EGD)			
8.3 mg/kg de MS	Disminuye el EGD (11 %)	<0.001	Montgomery et al., 2014
6 mg/kg de MS	Disminuye el EGD (9.5 %)	0.02	Valdés-García et al., 2011
60 mg/cbz/d	Disminuye el EGD (6.2 %)	0.05	Avendaño et al., 2014

No se han documentado efectos tóxicos por zilpaterol en el ser humano, ya que estos productos son de uso veterinario exclusivo y a la fecha no se han reportado efectos tóxicos por la ingesta de productos cárnicos derivados del uso de este agente, en parte por su eliminación acelerada.

5. Cierre

Con la creciente población mundial, es necesario buscar alternativas de aumentar la producción de alimentos utilizando tecnologías que permitan mantener o incrementar la experiencia del consumidor final. El uso de implantes y de betagonistas ha podido aprobar la barrera del tiempo, en el cual a través de diversos estudios se ha comprobado tanto su eficacia productiva y por ende su beneficio económico; como también la inocuidad de los productos que se obtienen con estas tecnologías.

INOCUIDAD DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS FRESCOS

Dr. Efren Delgado

New Mexico State University, Department of Family and Consumer Sciences,
Food Science and Technology, Las Cruces, NM, USA.

La Ley de modernización de la seguridad alimentaria (Food Safety Modernization Act - FSMA) fue promulgada el 4 de enero de 2011 por el presidente Obama. FSMA se enfoca en las medidas de prevención en la rama de inocuidad de los alimentos. Dentro de FSMA encontramos la Regla de seguridad del producto que incluye estándares para el cultivo, cosecha, empaque y tenencia de productos para consumo humano, controles preventivos para alimentos humanos, controles preventivos para alimentos de origen animal, programas de verificación de proveedores extranjeros, acreditación de auditores externos / Entidades de certificación, transporte sanitario de alimentos para humanos y animales, prevención de contaminación intencional / adulteración.

Esta regulación es importante para agricultores Mexicanos exportadores a Estadounidenses. El reglamento de **Inocuidad de los Productos Agrícolas Frescos** (Produce Safety) establece estándares para productores agrícolas Estadounidenses y extranjeros que exportan a los Estados Unidos. Y el reglamento de los Programas de Verificación de Proveedores Extranjeros (FSVP, por sus siglas en inglés) exige que los importadores garanticen que sus proveedores extranjeros cumplan con los reglamentos de inocuidad Estadounidenses.

La inocuidad de los productos agrícolas concierne a todos los productores de frutas y verduras nacionales e internacionales. Dependiendo de la venta anual, algunos productores pueden estar sujetos a la nueva Regla de Seguridad de Productos de FSMA directamente, mientras que pequeños productores, son presionados por el consumidor para que acaten los requerimientos de inocuidad alimentaria. Incluso si no hubiera leyes reguladoras o por parte del consumidor, el productor agrícola debe estar interesado en tener prácticas de inocuidad para producir alimentos que los consumidores comerán. Es importante saber que los productores son la clave para producir inocuamente en el campo. Todos los productores, independientemente del tamaño, la ubicación o los productos cultivados, pueden reducir los riesgos de inocuidad alimentaria. Los productores conocen mejor su parcela: sus prácticas de producción, quién trabaja en la parcela y todos los demás detalles que se utilizan para llevar adelante un negocio exitoso. Aquellos agricultores o empleados, que toman decisiones importantes y conocen las actividades diarias deben participar en la evaluación de los riesgos de inocuidad de los alimentos y en el desarrollo del plan de inocuidad alimentaria de las parcelas. Las acciones para

reducir los riesgos de la inocuidad de los alimentos no solo afectan la viabilidad financiera de los productores, sino también la salud y la seguridad de quienes consumen los productos cultivados.

La presentación cubre las reglas de Inocuidad de los Productos Agrícolas Frescos de FISMA para productores de frutas y hortalizas. La Regla de Inocuidad de los Productos Agrícolas de FSMA es la primera norma federal obligatoria para la producción de frutas y verduras en los Estados Unidos. Anteriormente, se recomendaba a agricultores, empacadores y la industria de productos agrícolas a seguir las directrices voluntarias, como las FDA 1998 "Guía para minimizar los peligros microbianos de la inocuidad de los alimentos para frutas y hortalizas frescas". Esta nueva ley no incluye granos alimenticios, incluyendo cebada, melón, sorgo, avena, arroz, centeno, trigo, amaranto, quinua, trigo y semillas oleaginosas (p. Ej., Semilla de algodón, linaza, semillas de colza, soja y girasol).

La regla prevé exentar a determinados productores productos agrícolas, cuyas frutas u hortalizas reciben procesamiento comercial, reduciendo la presencia de microorganismos de importancia para la salud pública. Para ser exento, el productor debe cumplir ciertas características y requisitos de documentación (§122.2 (b). Los productores que tengan un valor anual promedio de productos vendidos durante el período de tres años anterior de $ 25,000 o menos no estarían cubiertos por la regulación. Mientras que algunos productores pueden estar exentos o no cubiertos por la Regla de Inocuidad del Producto, todos los productores deben estar preparados para implementar prácticas de inocuidad alimentaria porque cultivan alimentos que la gente come. Los productores también pueden vender a compradores que requieren la implementación de prácticas de inocuidad de los alimentos, incluidas las requeridas en la regulación.

Los mayores peligros para la inocuidad alimentaria en los productos frescos son los patógenos. Los peligros químicos y físicos a la seguridad alimentaria son mucho menos comunes y, por lo general, son responsables de menos resultados de salud serios. Los riesgos físicos a la inocuidad de los alimentos pueden presentar riesgos de asfixia.

Los riesgos químicos para la inocuidad de los alimentos (como la aplicación inadecuada de plaguicidas) son ciertamente una preocupación, pero son mucho menos comunes que los riesgos microbianos para la inocuidad de los alimentos.

Esta nueva reglamentación surge de la necesidad de proteger al consumidor y del reto que representan para tener un producto inocuo. Muchas frutas y verduras se consumen crudas, por lo que no se puede cocinar para destruir los patógenos que puedan estar en el producto. Los eventos de contaminación a menudo son esporádicos y afectan pequeñas porciones del cultivo,

por lo que es difícil saber si se produjo contaminación. La contaminación generalmente está presente a niveles muy bajos y es difícil de detectar a través de pruebas de productos. Las superficies ásperas (Melones), grandes superficies dobladas (Verduras de hoja verde) y cicatrices de tallos (Tomates) proporcionan grandes lugares para ocultar los patógenos, dificultando la eliminación de patógenos por cualquier cantidad de lavado a nivel de granja o en el hogar del consumidor.

Por estas razones, el objetivo de la seguridad de los productos es prevenir la contaminación en primer lugar. La contaminación es difícil de eliminar una vez presente.

La inocuidad de productos agrícolas frescos impacta cada productor. Los brotes de contaminación afectan la salud de los consumidores y reducen la confianza en los productos e influyen en las decisiones de compra / consumo. La viabilidad financiera de los productores depende de productos seguros porque los brotes pueden afectar las ventas y la economía local. Por lo tanto, hay un compromiso en producir con un alto de inocuidad alimentaria en el campo, que se refleja en el éxito de cada programa de seguridad alimentaria de los productores. Entre los recursos para la inocuidad de los alimentos pueden incluir capacitación, instalaciones y equipos que se deben proporcionar a los trabajadores para que puedan hacer su trabajo correctamente y cumplir con los requisitos reglamentarios.

PRODUCCIÓN DE TOMATE EN MALLA SOMBRA FERTILIZADO CON ABONO ORGÁNICO

Cirilo Vázquez Vázquez[1*], Erik Estrada Arellano[2], Alejandro Barajas Espinoza[3], Miguel Ángel Gallegos Robles[1], Ignacio Orona Castillo[1]

[1] Facultad de Agricultura y Zootecnia. UJED Gómez Palacio México
[2]Alumno de Doctorado FAZ-UJED, [3]Alumno de Licenciatura Faz-UJED
[*]Autor para correspondencia: cirvaz60@hotmail.com Domicilio conocido sin número Venecia, Gómez Palacio, Durango, México CP35111; Tel. +52(871)7118918

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial china es el principal productor y consumidor de tomate, estados unidos es el principal importador, y México es el principal exportador de esta hortaliza.

En México la producción de tomate rojo creció a una taza de 4.8% durante (2006-2016) con una producción histórica de 3.3 millones de toneladas, en ese mismo periodo, la superficie de cultivo a campo abierto decreció a una tasa promedio anual de 2.5%. Al pasar de 65,431 a 36,855 hectáreas, por el contario en superficie protegida (malla sombra e invernaderos) paso 1,078 a 15,006 ha en este periodo alcanzó con esta tecnología en el 2016 un volumen de 60.7%, (FIRA 2017).

Los estados productores en el 2016 de tomate rojo fueron: Sinaloa (27.6%), San Luis Potosí (9.2%) Michoacán (7.0%), Baja California (6.7%) y Zacatecas (5.7%) (SIAP-SAGARPA, 2016).

El tomate rojo en 2016 fue el principal productor agropecuario de exportación con una participación del 13.2% del total de la venta al exterior de productores agropecuarios y pesqueros. Para la producción de este cultivo se requieren de grandes cantidades de nutrientes que en la mayoría de los casos son provistos a través de fertilizantes químicos. Otra alternativa seria la incorporación de abonos orgánicos como el estiércol, ya que en esta región existe un hato ganadero importante.

El estiércol es un insumo que aporta nutrientes para los cultivos y materia orgánica a los suelos agrícolas. Así como el aporte de microorganismos (*Salmonella spp., Escherichia coli)* los cuales afectan la salud humana. Por lo tanto, es necesaria su Solarización antes de ser aplicados. Según la OCDE (2008) el 40.0% de las entradas en suelo agrícola en México proviene de estiércoles, un 20% de fertilizantes y el 40% restante proviene de otras fuentes fijación biológica y disposiciones atmosféricas.

La región de la Comarca Lagunera se localiza en el Norte de México y abarca 10 municipios del Estado de Durango y cinco del Estado de Coahuila, esta región ocupa el primer lugar en poblaciones de Bovino Lechero y Producción de Leche con una población de alrededor de 450,000 cabezas de ganado bovino lechero, con una producción de estiércol anual de alrededor

de un 1, 000,000 toneladas al año^{-1} base seca. En base a lo anterior se realizó el presente trabajo de investigación con el objetivo de determinar la mejor dosis de abono orgánico que mejore la calidad del suelo, así como la de mayor producción y calidad de tomate en malla sombra; además de contribuir a disminuir efecto en el impacto ambiental por el uso excesivo de los estiércoles sin tratar en la agricultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica

Este experimento se realizó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (CAE-FAZ-UJED), en el ciclo primavera verano del 2017.

Se localizó geográficamente entre los meridianos 102°22’ y 104°47’ de longitud oeste y los paralelos 24°22’ y 26°23’ latitud norte. La altura sobre el nivel del mar es de 1,110 metros.

Manejo del experimento

La unidad experimental (UE) constó de 2.4 m de ancho por 7 m de largo resultando un total de 12 UE con un área de 16.8 m^2 cada una.

La incorporación del estiércol se realizó con el uso de carretilla, pala, bote y báscula; distribuyéndose uniformemente de acuerdo a la dosis del tratamiento en cada unidad experimental, se dio un paso de rastra para su incorporación al suelo a una profundidad de 25 cm.

Se utilizó un sistema de riego por cintilla previo al transplante. El riego se calculó en base a la evaporación en un tanque evaporímetro tipo “A”. Se aplicaron dos riegos por goteo con cintilla a la semana.

La fertilización de las UE con tratamiento químico en base de una dosis 280-70-00. Como fuente de nitrógeno se usó urea cuya fórmula es 46-00-00 y Fosfato Mono Amónico (MAP) con la fórmula 11-52-00 como fuente de fosforo.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo factorial 2 X 2 X 4, que consistió de dos híbridos, dos manejos de tallo y cuatro tratamientos de abono con tres repeticiones.

Variables a medir en planta

Solidos solubles como °Brix en fruto, nitratos en savia en la hoja, nitratos en fruto, rendimiento, calidad en fruto.

Variables a medir en suelo

Materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, fosforo, nitratos, amonio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se observa del análisis de varianza la suma de cuadrados medios de las variables de suelo, nitratos, amonio, materia orgánica, pH, fosforo, encontrando diferencia estadística significativa para nitratos y amonio.

Cuadro 1. Análisis de varianza de las sumas de cuadrados medios de las variables de suelo de materia orgánica, nitratos, amonio, fosforo y pH, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Fuente de variación	MO	NH_4	NO_3	P_2O_5	pH
Repetición	0.0555	0.0071	0.0028	0.1239	0.3801
Híbrido	0.5433	0.0014**	0.0016**	0.1280	0.2614
Abono	0.8178	0.1019*	0.0818	0.5653	0.8072
Profundidad	0.5077	0.9993	0.7230	0.7751	0.4903
Híbrido*Abono	0.7473	0.5553	0.5311	0.2780	0.7708
Híbrido*Profundidad	0.4757	0.9133	0.2149	0.5229	0.6637
Abono*Profundidad	0.8685	0.2564	0.8359	0.2151	0.6462
Híbrido*Abono*Profundidad	0.2354	0.3543	0.5816	0.2578	0.4301

*Diferencia significativa.

**Diferencia altamente significativa.

Realizando las comparaciones de medias para las variables de suelo, nitratos y amonio, se observa diferencia estadística significativa, los valores de nitrato en suelo encontrados en el hibrido Palermo son de 14.85 ppm y 92.07 de nitratos con respecto los valores encontrados en el hibrido Sahariana es de 9.48 para amonio y 50.60 para nitratos, lo cual indica que el hibrido Sahariana aprovecha mejor los nutrientes de amonio presentes en el suelo, siendo estadísticamente inferior al hibrido Palermo, cuadro 2.

Cuadro 2. Comparación de medias para NH_4 y NO_3 por unidad de tomate con diferentes tratamientos de abono orgánico, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Híbrido	NH_4	NO_3
	----ppm----	
Palermo	14.85 a	92.07 a
Sahariana	9.48 b	50.60 b
DMS	3.10	24.48

Los valores de nitrato y amonio encontrados en el suelo en las diferentes dosis de abono orgánico, se observan en el Cuadro 3, muestran significancia estadística entre las dosis siendo estadísticamente iguales todos los tratamientos con abono y químico, diferentes al testigo absoluto, sin embargo, los valores son elevados y pudieran decirse que el nivel de fertilidad del suelo en cuanto a nitrógeno es bueno dada su concentración el contenido de nitratos es alta, ya que las condiciones de del suelo humedad, aireación y temperatura son favorables para la transformación del nitrógeno a nitratos mediante la mineralización (Vazquez *et al* .,2001) .

Cuadro 3. Comparación de valores medios por NH_4 y nitratos en las diferentes dosis de abono orgánico en tomate, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Tratamiento de Abono	NH_4	NO_3
	----ppm----	
T1 Testigo absoluto	8.90 b	48.43 b
T2 40 t ha^{-1}	13.26 a	71.68 a
T3 60 t ha^{-1}	14.10 a	94.49 a
T4 Químico (280-70-00) NPK	12.42 a	70.74 a
DMS	4.39	34.62

El análisis de varianza para las variables de planta en nitratos en fruto, solidos solubles, nitratos en savia y rendimiento, se observan en el cuadro 4, mostrando significancia estadística para híbridos, solidos solubles, nitratos en savia y el rendimiento en fruto para las diferentes dosis de abonos orgánicos.

Cuadro 4. Análisis de varianza de los cuadrados medios de las variables en planta de nitratos en fruto, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Fuente de variación	NO_3 en fruto	Solidos solubles	NO_3 en savia	Rendimiento
Repetición	0.0784	0.0358	0.3006	0.9104
Híbrido	<.0001**	0.0030*	<.0001**	0.2776
Abonos	0.6076	0.5428	0.6152	0.0350*
Tallo	0.2197	0.0333*	0.5830	0.5454
Híbrido*Abono	0.6949	0.8405	0.9264	0.1707
Híbrido*Tallo	0.4230	0.4909	0.9417	0.1703
Abono*Tallo	0.6341	0.9740	0.1979	0.4514
Hibrido*Abono*Tallo	0.5276	0.8445	0.8245	0.4574

*Diferencia significativa.

** Diferencia altamente significativa.

Realizando la comparación de medias por diferencia mínima significativa, se ve reflejado para los nitratos en fruto que el material genético Sahariana, Cuadro 5, es el que tiene la mayor concentración de nitratos en fruto, así como también la mayor concentración de nitratos en savia, es un medio dinámico que permite identificar y prever, desde las primeras etapas de cultivo, alguna de las manifestaciones u alteraciones nutrimentales que afectan al rendimiento de los cultivos (García-Caparrós et al.,2014). siendo estadísticamente diferente al hibrido Palermo, esto corrobora que este material genético extrae del suelo una mayor cantidad del nitrógeno disponible (Cuadro 2), ya que es el que tiene menos concentración en el suelo.

En lo referente a los sólidos solubles del fruto, se encontró el valor más alto para el híbrido Palermo, siendo estadísticamente diferente al hibrido Sahariana, sin embargo, se encuentran en el rango de los sólidos solubles de estos materiales genéticos.

Cuadro 5. Comparación de medias para nitratos en fruto, solidos solubles y nitratos en savia en dos híbridos de tomate producidos en malla sombra, CAE-FAZ-UJED, 2017.

Hibrido	Nitratos en fruto	Nitratos en savia	Solidos solubles
	---------- ppm ----------		°Brix
Palermo	172.97 b	1185.4 b	4.37 a
Sahariana	290.86 a	1782.5 a	3.96 b
DMS	38.83	219.25	0.25

*Diferencias entre medias obtenidas mediante prueba de DMS ($P \leq 0.05$). Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes.

Realizando la comparación de medias, por diferencia mínima significativa para el manejo de los híbridos se encontró en los sólidos solubles que el valor más elevado es en el manejo de tallo doble siendo estadísticamente diferente al tallo simple sin importar el material genético, Figura 1. En este estudio todos los tratamientos presentan frutos de calidad en cuanto a sólidos solubles, puesto que el tomate para consumo en fresco debe contar con un contenido de sólidos solubles de aproximadamente 4.5 °Brix (Diez, 2001).

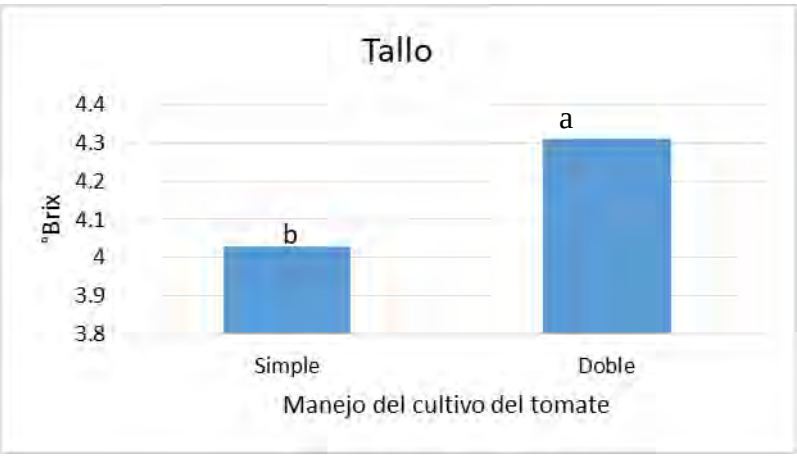


Figura 1. Valores medios de solidos solubles a manejo simple y doble del tallo en el cultivo del tomate con diferentes dosis de abono orgánico, en el CAE-FAZ-UJED en malla sombra, 2017.

La comparación de medias para el rendimiento con las diferentes dosis de abono orgánico evaluado (Cuadro 6), muestran que todos los tratamientos con fertilización son estadísticamente iguales siendo diferente el tratamiento testigo absoluto, Resultados similares fueron encontrados por Herencia et al. (2007) al comparar fertilizaciones minerales y orgánicas, estos valores de rendimientos son buenos, dadas las condiciones, semicontroladas a las que fueron sometidos. Sistemas de producción con tecnología media producen en la región entre 100 y 110 t ha^{-1}.

Cuadro 6. Comparación de valores medios para rendimiento en los híbridos de tomate con las diferentes dosis de abono orgánico, en el CAE-FAZ-UJED en malla sombra, 2017.

Tratamientos de abono	Rendimiento t ha^{-1}
T1 Testigo absoluto	77.46 b
T2 40 t ha^{-1}	99.16 a
T3 60 t ha^{-1}	89.48 a
T4 Químico (280-70-00) NPK	82.88 a
DMS	14.93

CONCLUSIONES

De los materiales genéticos evaluados se encontró que el que tiene mayor capacidad para extraer el nitrógeno del suelo, es el hibrido Sahariana, ya que muestra menor cantidad de nitratos y amonio en el suelo y mayor concentración de nitratos en fruto y nitratos en savia comparado con el híbrido Palermo.

La concentración de solidos solubles fue mayor en el híbrido Palermo, que es el que tuvo una mayor concentración en los nitratos en planta, el manejo del cultivo en doble tallo fue mayor la concentración de solidos solubles.

En lo referente al rendimiento, los rendimientos de abono orgánico son iguales o superior al químico por lo cual pudiéramos recomendar fertilizar con abono orgánico inocuo.

BIBLIOGRAFÍA

Diez, J. M. 2001. Tipos varietales, pp. 95-129. In: El Cultivo del Tomate. NUEZ, F. Ed. Mundi-Prensa. D. F., México.

García-Caparrós, P., Llanderal, A., El-Tarawy, A. y Lao, M.T. 2014. Aplicación de lixiviados como solución nutritiva en *Juncus acutus* y evaluación del contenido de iones en el extracto celular. Congreso SECH. V Jornadas del Grupo de Fertilización.

SIAP-SAGARPA. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. http://www.gob.mx/siap/articulos/jitomate-3-3-millones-de-toneladas-en-2016?idiom=es

Vázquez V.C., Salazar S.E., Figueroa V.R., Valenzuela R.J.S., y Fortis H.M., 2001. Efecto del acolchonado y estiércol bovino en la modificación de algunas características del suelo de la Comarca Lagunera. XIII Semana Internacional de Agronomía FAZ – UJED. Gómez Palacio, Dgo. Pág., 178 – 182.

Herencia, F., P.J.C. Ruiz, S. Melero, G.P.A. García, E. Morillo y C. Maqueda (2007). Comparison between Organic and Mineral Fertilization for Soil Fertility Levels, Crop Macronutrient Concentrations, and Yield. Agronomy Journal 99: 973-983.

SECCIÓN

DE

CARTELES

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

CARACTERIZACIÓN MORFOLOGICA Y FISIOQUÍMICA DE SORGOS PARA GRANO

Ma. Eugenia Cisneros López, Noé Montes García, Flor Elena Ortiz Chairez y María Genoveva Álvarez Ojeda

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Río Bravo. Carr. Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tam., C.P. 88900, México. cisneros.maria@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La domesticación del sorgo se centró principalmente en la conversión de tipos silvestres con semilla pequeña y dehiscente a tipos mejorados con mayor tamaño y número de semillas indehiscentes. La selección disruptiva resultó en tipos con características muy diferentes en altura, inflorescencia y, en consecuencia, el uso final alimento, forraje, fibra, materiales de construcción, etc. (Dillon *et al*., 2007). Una mejor comprensión de la diversidad genética en sorgo apoyará esfuerzos de conservación *in situ* y mejorará el uso de colecciones de germoplasma. La caracterización de cada accesión implica una descripción de caracteres heredables, fáciles de observar que tienen el propósito de diferenciar las accesiones y verificar la integridad genética en un banco de germoplasma (Gopal *et al*., 2002). El objetivo de este estudio fue caracterizar sorgos para grano con base a sus diferencias morfológicas en planta y fisicoquímicas del grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El banco de germoplasma de sorgo se estableció en condiciones de riego, durante el ciclo OI-2018, con fecha de siembra 02 de marzo del 2018 en el Campo Experimental Río Bravo (CERIB), dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en el km 61 de la carretera Matamoros-Reynosa, y localizado en las coordenadas geográficas 25° 57' 54" latitud Norte y 98° 01' 03" longitud Oeste; altitud 0-50 msnm, temperatura media anual 23.5º C y una precipitación media anual de 550 mm. El manejo agronómico del cultivo fue conforme al paquete tecnológico para riego recomendado por INIFAP en la región (Montes-García *et al*., 2013). La descripción morfológica se realizó conforme a la guía técnica (UPOV, 2012) para la descripción de variedades de sorgo UPOV-SNICS (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales-Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas). Esta descripción fue realizada en siete variedades de sorgo para grano de color blanco: Blanco 86, Fortuna, Istmeño, Mazatlán 16, RB-Paloma, Perla 101 y Pacífico 301. Las variedades experimentales de grano blanco: RB Gaviota y la variedad

experimental de grano color marrón US158-44, la cual presenta potencial forrajero. La línea experimental (US158) para grano rojo. La variedad de grano blanco Sureño o Sureno introducida de los Estados Unidos de América se utilizó como testigo. Se sembraron bajo el esquema de "pedigrí" (surco por panoja) en cinco surcos por genotipo. El tamaño de la parcela fue de 5 m de largo y 0.80 m de ancho. Al inicio de floración se registraron los días a antesis y al final de la misma se midió altura de planta, diámetro del tallo, 3ª hoja y hoja bandera (largo y ancho). En madurez fisiológica se registró la longitud, ancho y exersión de la panoja y color de grano y gluma. A cosecha se midieron en el grano: grano (ancho y largo), longitud de la marca del germen, tipo de endospermo, peso de 100 granos, peso volumétrico, porcentaje de humedad y contenido de taninos. El método para determinar contenido de taninos es la prueba de hipoclorito de sodio, cuyo principio es la reacción entre los taninos y cloro, manifestándose por un cambio de color en la superficie del grano (UPOV, 2012). Asimismo, se determinó el contenido (%) de proteína cruda, grasa, ceniza, carbohidratos, fosforo y calcio. El análisis de varianza se realizó con el programa PROC GLM y la prueba de medias con Tukey ($p<0.05$). Además, se calcularon correlaciones simples de Pearson (SAS, 2006) entre las variables morfológicas del grano y las bromatológicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 y 2 se observan las diferencias fenotípicas entre los diferentes genotipos. El Blanco 86 es una variedad de grano blanco, pionera en ser formada, registrada y liberada en México, por el entonces Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, la cual se recomienda para elaborar tortillas (Mora *et al*., 1987).

Cuadro 1. Caracteres morfológicos de la planta al final de floración. Río Bravo, Tam. O-I-2018.

Genotipo (*)	ALP (cm)		DT (mm)		L3H (cm)		A3H (cm)		LHB (cm)		AHB (cm)	
Blanco 86	126.4	g	23.3	a	77.4	ab	9.3	a	55.8	a	7.7	a
Fortuna	190.1	b	17.3	ab	78.0	a	8.2	b	46.0	b	6.8	b
Istmeño	189.1	b	11.6	bcd	71.4	bcd	7.2	c	42.7	bc	6.7	b
Mazatlán 16	176.8	c	13.5	bc	65.5	de	7.6	bc	36.6	cd	6.8	b
Pacífico 301	213.6	a	17.6	ab	72.5	abc	8.0	b	48.3	b	7.2	ab
Perla 101	185.8	b	17.0	ab	61.5	e	7.0	d	32.5	de	6.7	b
RB Gaviota	146.8	e	16.0	bc	68.0	cd	7.2	c	32.1	de	6.5	b
RB-Paloma	166.4	d	16.5	bc	70.3	cd	7.3	c	41.5	bc	6.8	b
Sureño	189.4	b	14.2	bc	70.8	cd	8.1	b	43.3	bc	6.9	ab
US158	138.7	f	5.8	d	47.2	f	6.0	f	28.5	e	4.8	b
US158-44	164.4	d	10.1	cd	65.8	de	7.3	c	46.8	b	6.5	b

ALP= altura de planta; DT= diámetro del tallo; L3H y A3H= longitud y ancho de la tercera hoja; LHB y AHB longitud y ancho de la hoja bandera. * Genotipos con la misma letra dentro de cada columna son iguales según Tukey ($p<0.05$).

La mayoría de las variedades de grano blanco en México registradas hasta la fecha se han formado, caracterizado y registrado como variedades de doble propósito como la variedad Fortuna (Gonzales *et al*., 2009) sobre todo por la capacidad de acumular biomasa fresca, debido a la formación de hojas y tallos con crecimiento vigoroso, en comparación a genotipos destinados solo a grano (Cuadro 1). Los genotipos que sobrepasan la altura los 150 cm y muestran buena tolerancia al acame, como el Sureño (Meckenstock *et al*., 1993), en general se han destinado para doble propósito. En el caso de la variedad RB-Paloma, fue la primera variedad donde se hace énfasis en algunas características del grano, relacionadas con la calidad bromatológica y harinera (Montes *et al.*, 2010b). En esta evaluación se observó que hay diferencias (Cuadro 2) en precocidad, tipo de panoja, color de grano y gluma aun dentro de los sorgos de "grano blanco". El color del grano es un carácter básico que se utiliza para separar genotipos con bajo o nulo contenido de fenoles, los cuales son favorables para el consumo humano (Montes *et al*., 2010a). En el caso de los sorgos de doble propósito o forrajeros el color de grano tiene importancia secundaria, debido a que la cosecha se hace en grano masoso (Gonzales *et al*., 2009). Incluso el color del grano y de la gluma han sido asociados con la incidencia de mohos del grano (Funnell y Pedersen, 2006).

Cuadro 2. Caracteres reproductivos de antesis a madurez fisiológica. Río Bravo, Tam. O-I-2018.

Genotipo (*)	DAA		LP (cm)		AP (cm)		EX (cm)		Color grano	Color gluma
Blanco 86	74	b	24.9	cd	7.4	a	5.4	d	blanco cremoso opaco	marrón rojizo
Fortuna	79	a	25.6	c	5.3	c	5.5	d	amarillento cristalino	marrón claro
Istmeño	67	de	20.5	e	5.9	bc	10.6	bc	cremoso cristalino	marrón claro
Mazatlán 16	71	bc	25.6	c	6.5	b	11.5	b	blanco cremoso opaco	marrón claro
Pacífico 301	74	b	29.4	b	7.1	a	5.4	d	blanco brillante	marrón claro
Perla 101	67	de	24.8	cd	6.3	b	11.5	b	blanco cremoso	amarillo medio
RB Gaviota	67	de	28.5	b	7.3	a	7.4	cd	blanco cremoso	marrón rojizo
RB-Paloma	69	cd	33.7	a	6.9	ab	9.9	bc	blanco opaco	amarillo medio
Sureño	67	de	22.8	de	6.1	b	8.9	bcd	blanco cristalino	amarillo claro
US158	62	e	29.0	b	6.3	b	22.6	a	marrón rojizo	marrón oscuro
US158-44	70	cd	30.5	b	7.1	a	23.4	a	marrón oscuro	marrón claro

DAA= días al 50% floración; LP= longitud de la panoja; AP= ancho de la panoja; EX= excersión. *Genotipos con la misma letra dentro de cada columna son iguales según Tukey ($p<0.05$).

La variedad Sureño, fue introducida a México desde la década de los 80´s y se le considera una variedad de doble propósito, porque produce grano de calidad para elaborar tortillas, el color de grano es blanco cristalino, de tamaño pequeño, endospermo normal con una proporción aproximada del 50 % de textura cristalina; con 2.8 mg en el peso de 100 granos y ha

mostrado tolerancia a la incidencia de mohos (Meckenstock *et al*., 1993). En esta evaluación se pudo observar que hay genotipos que superan en tamaño, masa y peso volumétrico al Sureño. Los genotipos con endospermo cristalino tienen bajo contendido de amilosa y alto contenido de amilopectina; el balance entre estos compuestos influye en las propiedades físico-químicas de la harina del sorgo y sus derivados (Zhu, 2014). Los resultados mostraron que hubo una correlación negativa entre el endospermo harinoso y el contenido de humedad del grano (r= -0.65).

Cuadro 3. Características morfológicas del grano a cosecha. Río Bravo, Tam. O-I-2018.

Genotipo (*)	AG (mm)		LG (mm)		EH (%)		EC (%)		PV gr L^{-1}		P100G (gr)		TMG (mm)	
Blanco 86	4.02	a	3.98	bc	43.8	cde	56.3	bc	82.3	cde	3.35	ab	3.34	a
Fortuna	3.87	ab	4.03	bc	56.3	c	43.8	d	85.7	b	3.04	b	2.99	bc
Istmeño	3.10	d	3.65	ef	33.8	ef	66.3	a	85.2	bc	2.51	d	2.65	ef
Mazatlán 16	3.94	a	3.91	bc	60.0	bc	40.0	de	81.8	def	3.49	a	3.12	ab
Pacífico 301	3.19	c	3.56	f	52.5	cd	47.5	cd	83.5	bcd	2.32	e	2.53	f
Perla 101	3.97	a	4.17	bc	51.3	cd	48.8	cd	79.5	efg	2.95	c	2.80	cde
RB Gaviota	4.01	a	4.24	ab	37.5	def	62.5	ab	78.1	hg	3.54	a	2.82	cde
RB-Paloma	3.54	bc	3.76	def	36.3	def	63.8	ab	90.5	a	2.42	e	2.73	ef
Sureño	3.11	d	3.60	f	26.3	f	73.8	a	83.1	bcd	2.47	e	2.60	ef
US158	4.20	a	4.60	a	73.8	ab	26.3	ef	75.8	h	3.63	a	3.05	bc
US158-44	3.34	cd	3.83	cd	85.8	a	14.2	f	79.3	fg	3.14	b	2.97	bc

AG= ancho del grano; LG= largo del grano; EH=endospermo harinoso; EC= endospermo cristalino; PV= peso volumétrico del grano; P100G= peso de 100 granos y TMG= tamaño de la marca del germen del grano. * Genotipos con la misma letra dentro de cada columna son iguales medias según Tukey ($p<0.05$).

Los niveles de proteína cruda oscilaron entre 7.7 a 12.2 % (Cuadro 4), por otra parte, en la prueba de taninos, solo la variedad RB-Paloma, presentó trazas, incluso los genotipos con grano de color marrón (US158 y US158-44) no mostraron reacción positiva. Se ha reportado que los sorgos rojos para grano, cultivados en México no superan 0.50 %, mientras que la concentración de proteína cruda oscila entre 8-8.5 % (Ramírez *et al*., 2005).

La variedad Fortuna tuvo la mayor concentración de proteína cruda (12.16 %). Montes *et al*. (2010a), reporta para esta variedad Fortuna 11.05% de proteína cruda, el resto de genotipos como Dulce, Mazatlán 16, Costeño 201, Sureño, RB Paloma S-202, Perla 101 e Itsmeño acumularon entre 8.31-10.53 %. Los carbohidratos fueron el compuesto que más acumula el grano (Cuadro 4). La relación de taninos o polifenoles con el resto de los compuestos del grano es importante, porque los taninos forman conglomerados o conjugados con la amilopectina que no pueden ser degradados por las enzimas digestivas (Zhu, 2014). La variedad Matinal de doble propósito, para el sur de Sinaloa tiene en el grano un contenido de proteína cruda, lípidos,

cenizas y carbohidratos de 13.9, 4.1, 1.8 y 80.2 %, respectivamente (Moreno *et al*, 2014); las variedades de grano blanco pueden presentar niveles de proteína cruda similares o superiores a los sorgos utilizados comercialmente por la industria de los alimentos balanceados. En este ensayo los genotipos en promedio tuvieron 9.86 ± 1.4 % de proteína cruda, además aportan 83.9 ± 1.2 % de carbohidratos; 4.5 ± 1.8 % de grasa; 0.33 ± 0.08 % de fosforo y 0.26 ± 0.03 % de calcio. Hubo una correlación inversamente proporcional entre el contenido de proteína cruda y grasa (r= -0.80) y entre la concentración de calcio y fosforo (r= -0.62). A nivel comercial en sorgo, el nutriente más importante, es la proteína del grano y la calidad de la biomasa, cuando se trata de sorgos de doble propósito. En el caso de los sorgos para consumo humano, el primer criterio son las propiedades físicas del grano, porque se tiene que procesar para la obtención de harinas o nixtamalización en el caso de tortillas, por lo tanto, el paso siguiente es relacionar características físico químicas del grano y las de la harina después del proceso de trasformación.

.

Cuadro 4. Análisis bromatológico del grano. Río Bravo, Tam. O-I-2018.

Genotipo (*)	HG (%)		Grasa (%)		Proteína cruda (%)		Ceniza (%)		Carbohidratos (%)		Fósforo (%)		Calcio (%)	
Blanco 86	10.0	bc	3.80	cd	10.79	b	1.40	de	84.0	ab	0.21	b	0.30	a
Fortuna	10.0	bc	2.27	e	12.16	a	2.11	a	83.5	ab	0.41	a	0.27	a
Istmeño	9.2	cd	7.30	a	8.11	c	1.98	bc	82.6	ab	0.39	a	0.23	a
Mazatlán 16	8.8	cd	3.19	d	9.97	b	1.66	cd	85.2	ab	0.18	b	0.28	a
Pacífico 301	9.1	cd	4.17	bc	10.15	b	1.71	bcd	83.9	ab	0.36	a	0.28	a
Perla 101	9.6	bcd	5.66	a	8.80	c	1.05	e	84.5	ab	0.38	a	0.25	a
RB Gaviota	11.5	ab	5.97	a	7.67	d	1.08	e	85.3	ab	0.21	b	0.27	a
RB-Paloma	13.4	a	3.55	d	10.64	b	1.90	bc	85.6	a	0.36	a	0.24	a
Sureño	9.9	bc	6.79	a	9.29	bc	1.84	bc	82.0	b	0.37	a	0.26	a
US158	8.7	cd	4.32	b	8.25	c	1.86	bc	85.6	a	0.39	a	0.24	a
US158-44	7.7	d	4.45	b	9.50	bc	1.83	bc	84.0	ab	0.37	a	0.21	a

HG= humedad del grano. * Genotipos con la misma letra dentro de cada columna son iguales según Tukey ($p<0.05$).

CONCLUSIONES

Hubo diferencias estadísticamente significativas entre genotipos, en las características morfológicas en planta, grano y en la composición bromatológica del grano. Los sorgos cuyos granos fueron sin pigmento se pueden usar para la alimentación humana, porque son libres de taninos. Los genotipos como Fortuna, Istmeño, Mazatlán 16, Pacifico 301, Perla 101, RB-Paloma y US-158-44 para doble propósito. Los genotipos RB Gaviota y Blanco-86, tienen menor altura y el follaje es menos vigoroso, el grano puede ser utilizado para alimento balanceado de aves.

BIBLIOGRAFÍA

Dillon, S.L., Shapter, F.M., Henry, R.J., Cordeiro, G., Izquierdo, L. and Lee, S.L. 2007. Domestication to crop improvement: genetic resources for Sorghum and Saccharum (Andropogoneae). Ann. Bot. 100: 975–989.

González, J.A., Aguirre, A. E. y Hernández, A. J. A.2009. Sorgo Fortuna, una alternativa para producir forraje en la planicie Huasteca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIR-NORESTE. Desplegable para productores No. 11 .2 p.

Gopal R.G. N., Kameshwara, R., Reddy B.V.S. and Prasada, R.K.E. 2002. Geographic distribution of basic and intermediate races in the world collection of sorghum germplasm. ISMN. 43:15–17.

Funnell, D.L. and Pedersen, J.F. 2006. Association of plant color and pericarp color with colonization of grain by members of Fusarium and Alternaria in near-isogenic sorghum lines. Plant Dis. 90:411–418

Meckenstock, D.H., F. Gomez, D.T. Rosenow, and V. Guiragossian. 1993. Registration of „Sureño" Sorghum. Crop Sci. 33:213.

Montes, G.N., García, G.M.A., Castillo, T.H., Pecina, Q.V. y Anaya, L.J.L. 2010a. Sorgo blanco [*Sorghum biclor* Moench (L)] alternativa para la alimentación humana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIR-NORESTE. Folleto Técnico No. 32. 25 p.

Montes, G.N., Williams, A. H., Arcos, C.G., Medina, Ch.S., Moreno, G. T, Cisneros, L.Ma. Eugenia y Pecina Q.V. 2010b. RB-Paloma: Variedad de sorgo blanco [*Sorghum biclor* Moench (L.)] de grano blanco para riego y buen temporal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIR-NORESTE. Folleto Técnico No.48. 25 p.

Montes-García, N., Williams-Alanís, H., Pecina Q.V., Arcos, C.G., Vargas, V.E., Espinosa, R.M., y Herrera C.C. 2013. RB-Norteño: Sorgo granífero para áreas de temporal de Tamaulipas y Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIR-NORESTE. Folleto Técnico No.55. 26 p.

Mora, A. R., Ávila, M.J., Cejudo G.H. y Trujillo, A.J. 1987. Blanco 86 variedad de sorgo, para el estado de Morelos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Folleto para productores, No. 12. 12 p.

Moreno, G. T., Cuevas, R.E.O., Melgoza V.C. M., Loaiza, M.A. y Hernández, E.L.A. 2014. Matinal, cultivar de sorgo blanco para el estado de Sinaloa. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 7. 1321-1326.

Ramírez, E., Anaya, A.M. y Mariscal, G .2005. Predicción de la composición química del grano de sorgo mediante espectroscopia de reflectancia. Téc. Pec. Mex. 43:1.

SAS. Statistical analysis system. 2006. SAS User´s Guide; Statistics (Version 9.3.1). SAS Institute Inc. Cary, NC.

UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plant). 2012. Sorghum. TG/122. UPOV Code: SRGHM. *Sorghum* ssp. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. 48 p.

Zhu, F. 2014. Structure, physicochemical propieties, modifications, and uses of sorghum starch. Compr Rev Food Sci Food Saf. 13: 597-610.

ESTABILIDAD DEL RENDIMIENTO DE CLONES Y VARIEDADES DE PAPA DEL CAMPO EXPERIMENTAL SALTILLO

Víctor M. Parga Torres*, Juan M. Covarrubias Ramírez, Francisco Ramírez Cerecero y Víctor M. Zamora Villa.

*Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP.Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tel. (01 800) 088 22 22 ext. 83510. México. C.P. 25315.
parga.victor@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en México y en particular en la región de Coahuila-Nuevo León, es el mejor ejemplo de explicar el fenómeno de vulnerabilidad de cultivo. Actualmente en México, se siembran más del 95 por ciento con variedades introducidas de papa de Norteamérica, Canadá y Holanda, susceptibles al tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont.), implicando que deben efectuarse constantes aplicaciones de fungicidas para controlar el ataque del hongo, que requiere entre 15 y 30 aplicaciones de fungicidas preventivos y de 4 a 12 sistémicos para la protección adecuada del cultivo, representando un volumen de más de 4 mil toneladas anuales de agroquímicos, sólo para el control de esta enfermedad en alrededor de 55, 000 ha. A pesar de este número y dosis de fungicidas, se ha tenido daño en tubérculo. Estas variedades tienen un parentesco cercano, ya que no se ha hecho un esfuerzo importante, encaminado a ampliar su base genética. Es conocido que cuando se usan estos cultivares en mejoramiento genético, la progenie resultante tendrá un grado de endogamia debido al parentesco entre sus progenitores, lo que puede reducir su rendimiento y estabilidad (Estrada, 1999). En la región de Coahuila y Nuevo León, esta situación ha ocasionado, una fuerte dependencia hacia el uso de agroquímicos debido a la baja resistencia a las enfermedades y a la falta de adaptación de los cultivares utilizados bajo condiciones adversas (Spiertz *et al*., 1996). Debido al uso de variedades altamente susceptibles a las condiciones adversas de la región es necesario realizar frecuentes aplicaciones de agroquímicos para su protección y producción, favoreciendo así un incremento de las poblaciones de insectos vectores de virus, bacterias y fitoplasmas, al disminuir los organismos benéficos. De acuerdo a los productores de la región urge desarrollar herramientas que detengan la devastación del cultivo a causa de la punta morada de la papa debido a los vectores. Por lo anterior, las zonas tradicionales de producción de papa están siendo abandonadas, abriendo los productores nuevas zonas de producción, principalmente en las partes altas (sierras) que actualmente presentan poblaciones bajas de vectores. Sin embargo, con el uso de las variedades introducidas a través del tiempo

también no serán aptas para el cultivo, deteriorando además el agroecosistema. Considerando, al mejoramiento genético como la alternativa más económica y de mayor seguridad, es necesario utilizar germoplasma con tolerancia al síndrome de la punta morada, con características agronómicas y de calidad para el fresco e industria. En el presente trabajo, se realizó, la siguiente investigación: Evaluación de la estabilidad del rendimiento de clones y variedades seleccionados por tolerancia a las principales enfermedades con productores cooperantes en diferentes localidades de la sierra de Coahuila y Nuevo León con el objeto de producir papa sustentable e inocua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El INIFAP, en los programas de mejoramiento genético de cultivos, es importante la evaluación de germoplasma en etapas intermedias, avanzadas y variedades, a través de diferentes ambientes de producción con el objeto de conocer su comportamiento. La Interacción Genotipo x Ambiente, es una característica que se evalúa en los genotipos sobresalientes con el propósito de seleccionar aquellos con una menor interacción en la región de interés, y cuya respuesta en sus características deseables se incrementen conforme mejoran las condiciones del cultivo. Se evaluaron 11 genotipos, entre ellos, ocho del Programa Nacional de Papa del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); y tres variedades comerciales introducidas de Holanda, variedades ampliamente utilizadas en las regiones productoras de papa en el país. Los genotipos evaluados fueron seleccionados por su tolerancia al síndrome de la punta morada al presentar producción y algunos de ellos sin manchado del tubérculo, cuando se presenta severo el problema. Estos genotipos se establecieron en tres localidades productoras de papa de los estados de Coahuila y Nuevo León y se sembraron en el ciclo primavera-verano 2017. La parcela experimental constó de tres surcos de 5.0 m de largo, espaciados a 0.82 m, con una distancia entre plantas de 0.30 m; la parcela útil, el surco central de 3.0 m, eliminando un metro en cada extremo para estimar el rendimiento total.

Para determinar la magnitud de la Interacción Genotipo x Ambiente (IGA), el diseño experimental utilizado en cada ambiente fue el de bloques completos al azar y se utilizó para la evaluación del comportamiento de los genotipos el rendimiento total a través de ambientes. El rendimiento total se analizó, como bloques al azar combinado sobre ambientes, para determinar la existencia o no y obtener información sobre los ambientes de prueba. Las calificaciones del Análisis de Componentes Principales (ACP), para los ambientes y genotipos se expresan como unidades del eigenvector correspondiente por la raíz cuadrada del eigenvalor. La suma de

cuadrados de la IGA es subdividida dentro de los ejes del ACP, donde el eje K posee g + e -1-2k grados de libertad, donde g y e son los números de genotipos y ambientes, respectivamente. En el modelo normalmente se retiene sólo el primero o los dos primeros componentes y los restantes se envían al residual. Los genotipos o ambientes con grandes calificaciones en el ACP (sean positivo o negativo), tienen interacciones altas, mientras que aquellos con calificaciones cercanas a cero en el ACP tienen interacciones pequeñas y se consideran estables. Según el tipo de signo, se realiza una descripción más amplia de los genotipos y ambientes. En la investigación se utilizó el programa propuesto por Vargas y Crossa (2000), mediante la aplicación del paquete estadístico SAS ver. 9.0 (SAS Institute, 2002). Una vez confirmada la existencia de IGA, ésta se analizará mediante el método propuesto por Zobel *et al*., (1988) de Análisis de los efectos principales aditivos y las interacciones multiplicativas (AMMI).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El método AMMI, reportó alta significancia, para los primeros dos componentes (CP), cuando se analizó la IGA en la variable de rendimiento total, sobresale el hecho de que los dos primeros componentes explicaron el 100% de la IGA, lo cual permite explicar con certeza lo observado en esta evaluación, así, en la Figura 1, se observa que para el rendimiento total el ambiente de la localidad de los Lirios, de Arteaga, Coahuila, presentó el mayor poder discriminatorio por presentar el vector de mayor longitud. Además, dicha figura muestra que la Maroma de Arteaga, Coahuila y la Ascensión de Galeana N.L., también presentan diferencias en sus interacciones, indicando que no poseen el mismo poder de discriminación. De acuerdo a esto, las localidades no representan un mega ambiente, por lo que se identifican tres ambientes opuestos para apoyar en la discriminación de genotipos. En la evaluación de tolerancia a la muerte prematura causada por *Candidatus Liberibacter solanacearum*, se recomendaría la localidad de la Ascensión. La localidad Lirios se recomendaría para evaluar la tolerancia a deficiencias de agua y la localidad la Maroma por susceptibilidad al tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont. de Bary.) y granizo. Estos ambientes están posiblemente agrupados por los factores bióticos y manejo presentes en cada uno de ellos y la susceptibilidad del germoplasma, más que por los factores abióticos.

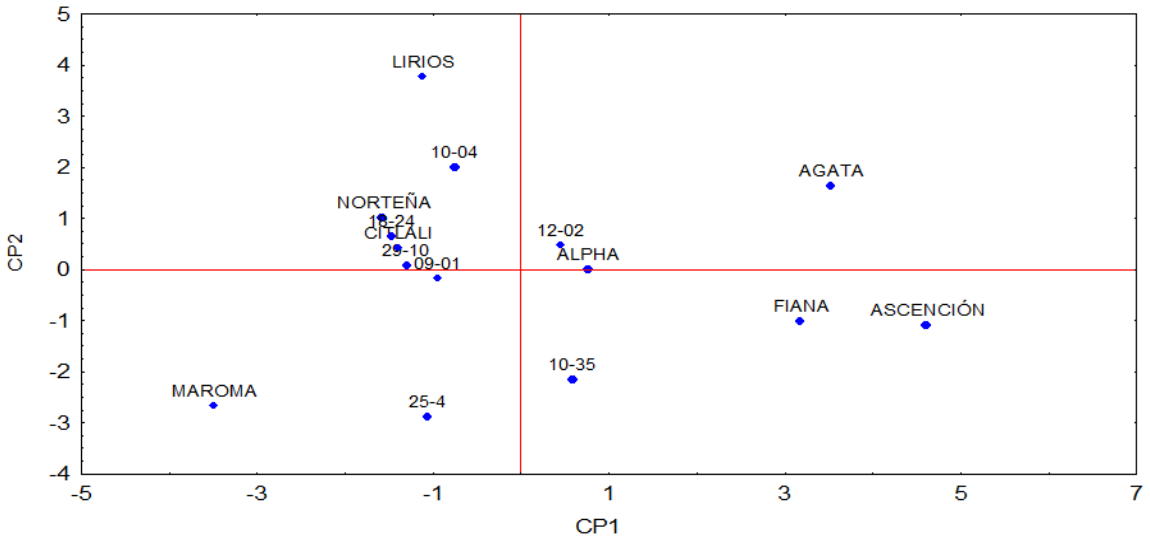


Figura 1**.** Distribución de genotipos y ambientes para el rendimiento total y los primeros dos componentes.

En la Figura 2, se observa que al graficar los genotipos y ambientes en el plano obtenido con el rendimiento total y el CP1, se distinguen cuatro grupos de genotipos integrados con base en su rendimiento y estabilidad. El primer grupo, lo conforma el genotipo 07-10-35 (10-35), con rendimiento total por encima de la media general (37.616 t ha^{-1}) e interacciones positivas. Conforme a la interpretación AMMI, se considera como inestable por presentar coeficientes de CP1 altos y positivos. Los genotipos, que integran el segundo grupo, son los clones 07-09-01 (09-01), 07-25-4 (25-4), 98-18-24 (18-24), 07-29-10 (29-10) y Norteña, con rendimientos superior a la media, pero con interacciones negativas, por lo que su comportamiento es inestable y tiende a rendir menos de lo predicho. El grupo tres, es formado por los genotipos 07-12-02 (12-02), Fiana, Alpha y Agata con rendimiento inferior a la media, pero con interacción positiva. Estos genotipos pueden responder bien conforme el ambiente de producción (biótico y abiótico) sea deseable. El grupo cuatro, está conformado por los genotipos Citlali y 07-10-04 (07-04) y se consideran como inestables por presentar coeficientes de CP1 altos y negativos, que muestran medias de rendimientos a través de ambientes por debajo de la media general. La variedad Citlali fue el genotipo más inestable por su mayor interacción negativa. El genotipo 07-10-35 (10-35), es el más deseables por su producción total y baja interacción con el ambiente, ya que, en la medida en que se pueda desarrollar clones con escasas interacciones con el ambiente o de reacción gradual y respuesta a la mejora de las condiciones del ambiente y con buenos rendimientos, se habrán obtenido genotipos apropiados para la producción (Wissar y Ortiz 1987). Con relación a los ambientes, se muestran dos grupos: el primero incluye

a la Maroma y Lirios con interacciones positivas yalta producción promedio para la primera localidad y ligeramente superior a la media para la segunda localidad, pero con interacciones negativas por lo que se catalogan como ambientes deseables para la producción de papa.

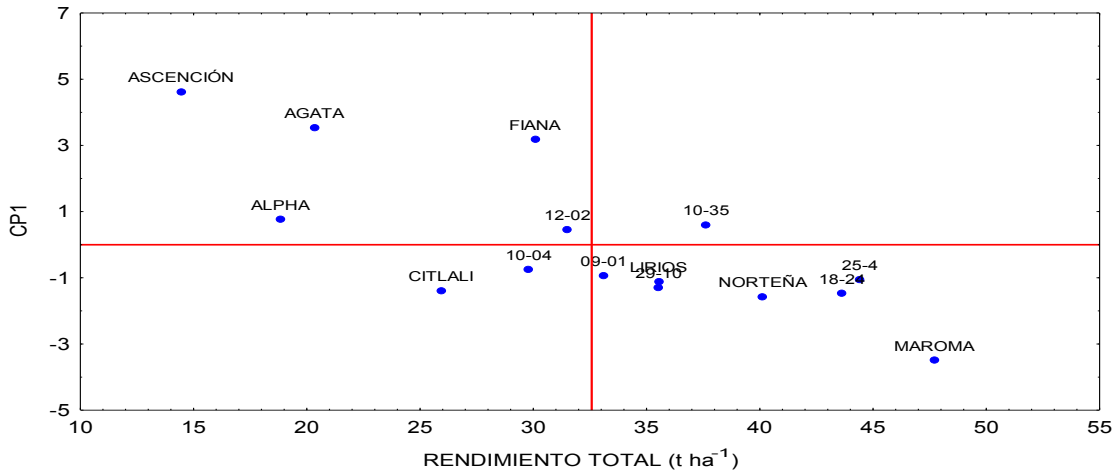


Figura 2**.** Distribución de genotipos y ambientes con base al rendimiento total y el primer componente.

El tizón tardío ha sido el principal reto, durante muchos años, por lo cual, se han generado 40 cultivares de papa con diferentes grados de resistencia al patógeno por el INIFAP. Por lo anterior, es urgente el uso de las variedades mexicanas de papa en las nuevas zonas de producción y evitar la diseminación de la enfermedad conocida como punta morada de la papa (PMP), que es un serio problema en las zonas tradicionales de producción en México al abatir la fauna benéfica por el exceso de aplicaciones en la prevención y control del tizón tardío en las variedades introducidas.

CONCLUSIONES

Los resultados indican, que el uso de variedades introducidas sigue siendo un grave problema en la producción de papa en el Noreste de México, tanto por las pérdidas que ocasionan en producción como en calidad, debido a la susceptibilidad a los principales problemas bióticos y abióticos, que favorecen al síndrome de la punta morada.

A excepción de la localidad de la Ascensión, N. L., que era una zona tradicional de producción de papa y por ende altamente infestada por paratrioza, los genotipos del INIFAP, presentaron respuestas favorables a los ambientes adversos presentes en las localidades de la Maroma y Lirios de Arteaga, Coahuila.

El uso de los materiales del INIFAP por los productores en las nuevas áreas que están abriendo al cultivo, además de prevenir el síndrome de la punta morada, disminuye el costo y el riesgo de

pérdidas de la producción, siendo una alternativa de producción sustentable e inocua para las comunidades de la Sierra de Coahuila y Nuevo León.

BIBLIOGRAFÍA

Estrada, R. N. 1999. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Ed. Centro de Información para el desarrollo. Centro Internacional de la Papa. Libro Técnico. La Paz Bolivia.

SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT User"s Guide. Versión 9.0. SAS Institute Inc., Cary, N.C.

Spiertz, J. M. J., A. Havercot and P. M. Verelken. 1996. Environmentally safe and consumer-friendly potato production in the Netherlands. Development of ecologically sound production systems. Potato Res. 39: 371-378.

Vargas, H. M. y J. Crossa. 2000. El análisis AMMI y la gráfica del biplot en SAS. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Unidad de Biometría. México, D.F., México. [En línea] Disponible en: http//www.cimmyt.cgiar.org/biometrics. (Revisado: 11/11/2004).

Wissar, R. y R. Ortiz. 1987. Mejoramiento de papa en el Centro Internacional de la Papa por adaptación a climas cálidos tropicales. Lima, Perú. 26 p. (Doc. de Tecnología Especializada No. 22).

Zobel, R. W., M. J. Wright and H. G. Jr. Gauch. 1988. Statistical analysis of a yield trial. Agron. J. 80:388-393.

ASPERSIÓN FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTOS DE PEPINO

Silvia Citlay Ramírez Rodríguez[1], Pablo Preciado Rangel[1], Alma Velia Ayala Garay[2], Lilia Salas Pérez[3], Manuel Fortis Hernández[1]

[1]Instituto Tecnológico de Torreon. [2]Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. [3]Universidad Autónoma de Coahuila. ppreciador@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La producción de cultivos hortícolas en condiciones protegidas utilizando como medios hidropónicos ha permitido incrementos en rendimiento y calidad de frutos. En México, la producción de hortalizas bajo este sistema se ha incrementado significativamente durante los últimos años, siendo el pepino (*Cucumis sativus* L.) una de las hortalizas con un gran potencial económico ya que tiene un elevado índice de consumo tanto en fresco como industrializada, ocupando el 10 % de la superficie total de los invernaderos en el país (Ortiz *et al.,* 2009). En la actualidad las prácticas agrícolas para la producción de alimentos es objeto de atención por parte de los consumidores debido a que ya no solo se interesan en la calidad visual, sino que están más interesados que estos presenten un mayor contenido de compuestos bioactivos, los cuales pueden prevenir enfermedades crónico degenerativas, estos alimentos son conocidos como alimentos funcionales (Sedo, 2001). Un alimento funcional es cualquier alimento o ingrediente alimenticio, que proporciona un beneficio a la salud superior al de los nutrientes tradicionales que contiene (Cortés *et al*., 2005); para la obtención de dichos alimentos existen diferentes técnicas como la ingeniería genética, técnicas de crio y cultivo, incorporación a granel y la ingeniería de matrices. Una técnica agronómica para la obtención de dichos alimentos, consiste en la elicitación, la cual consiste en la inducción o aumento de la biosíntesis de metabolitos secundarios debido a la adición de pequeñas cantidades de elicitores. El ácido salicílico (AS) es un elicitor, el cual al ser aplicado de forma exógena, induce tolerancia al estrés, mejora la respuesta biológica de la planta frente a factores adversos de crecimiento, estimulando cambios en las concentraciones de una gran cantidad de compuestos fitoquímicos de la planta (Guzmán, 2012). La utilización de elicitores en los cultivos sin suelo presenta un gran potencial debido a la mejora en el crecimiento, rendimiento y la producción de compuestos bioactivos (Vázquez *et al.,* 2016). Con base en lo anterior, en el presente estudio se analizó la aplicación foliar de ácido salicílico en plantas de pepino y se evaluó el efecto sobre la producción y calidad de los frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en un invernadero del Instituto Tecnológico de Torreón. Localizado entre las coordenadas 25° 36‟36.54” LN y 103° 22‟ 32.28” LW y a una altitud de 1123 m. Se utilizaron como macetas bolsas de plástico negro calibre 500 tipo vivero de 20 L., dichas macetas contenían como sustrato 20% perlita y 80% arena que previamente había sido lavada y desinfectada con hipoclorito de sodio al 5%. En dichas macetas se trasplantaron plántulas de pepino cv Poinset. Los tratamientos consistieron en cinco concentraciones de ácido salicílico (grado reactivo, Fermont) (0.075, 0.1, 0.15, 0.25, 0.5 mM) y un testigo, preparadas con agua destilada, dichas dosis fueron asperjadas foliarmente cada ocho días durante todo el periodo del cultivo, realizándose en un horario de entre 8:00 y 10:00 am. Se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones. Los requerimientos de agua y nutricionales del cultivo fueron cubiertos por medio de una solución nutritiva (Steiner), la cual fue aplicada de manera manual con tres riegos por día. La planta de pepino se condujo a un tallo, el cual fue sostenido con hilo rafia de polipropileno sujeto a un alambre transversal. Los brotes laterales se eliminaron conforme aparecían. Los frutos de diez plantas de cada tratamiento fueron cosechados, contabilizándose el peso, longitud y diámetro de los frutos. Posteriormente, de cada tratamiento se seleccionaron al azar cuatro frutos para el análisis de la capacidad antioxidante mediante el método stándar Trolox en forma *in vitro* (Esparza *et al*., 2006). Se preparó una solución de DPPH+ (Aldrich, St. Louis, Missouri, EU) en metanol, ajustando la absorbancia de la solución a 1,100 ± 0,010 a una longitud de onda de 515 nm. Para la determinación de capacidad antioxidante se mezclaron 50 µl de muestra y 950 µl de solución $DPPH^{+}$, y después de 3 min de reacción se leyó la absorbancia de la mezcla a 515 nm. Se preparó una curva estándar con Trolox (Aldrich, St. Louis, Missouri, EU), y los resultados se reportaron como capacidad antioxidante equivalente en µM equivalente en Trolox por g base fresca (µM equivTrolox·gm^{-1} BF). A los resultados obtenidos se les realizó el análisis de varianza, para determinar si existieron diferencias significativas entre las distintas concentraciones de ácido salicílico, y la prueba de separación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento

Los principales componentes del rendimiento de un cultivo son el número de frutos por planta y el peso de fruto. El rendimiento se vio afectado por la aplicación de AS, se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos (*P*≤ 0.05; Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento por planta por efecto de aplicación de AS en diferentes concentraciones.

Tratamiento mM	Rendimiento g pl^{-1}
0.0	2185.2 b*
0.075	3587.7 a
0.1	3540.2 a
0.15	3540.0 a
0.25	1570.1 c
0.5	1415.0 c

*Valores con letras iguales dentro de cada columna son similares estadísticamente (Tukey, *P*≤ 0.05).

El análisis de varianza mostró que la aplicación foliar de AS afectó significativamente (P *p*≤ 0.05) el rendimiento de pepino. Siendo la dosis baja (0.075 mM) donde se obtuvieron los mayores valores, superando en 39% al tratamiento testigo. En cambio, las plantas que recibieron las dosis altas de AS (0.25 y 0.5 mM) disminuyeron significativamente el rendimiento. Este aumento del rendimiento se encuentra estrechamente vinculado con el número de frutos por planta. Estos resultados están respaldados por los de Khan *et al*. (2003) quienes encontraron que la aplicación foliar de AS en soya mejoraba la floración, la formación de vainas y en consecuencia, rendimiento. De acuerdo con Shakirova *et al*. (2003) el efecto positivo del AS sobre el crecimiento y el rendimiento puede deberse a su influencia en otras hormonas vegetales, ya que el AS altera los equilibrios de auxina, citoquinina y ABA aumentando el crecimiento y el rendimiento. Además de que el AS mejora la tasa fotosintética, concentración interna de CO_2 y eficiencia del uso del agua en los cultivos (Fariduddin *et al*., 2003). En cambio dosis altas disminuyen el rendimiento de los cultivos, debido a que causan un estrés oxidativo, que la planta es incapaz de restaurar (Hayat *et al*., 2010).

Calidad nutracéutica

La calidad nutracéutica (fenoles y flavonoides) de los frutos fue afectada significativamente (*P*≤ 0.05), por la aplicación de AS, siendo la concentración de 0.5 mM con la que se obtuvieron mejores resultados, superando en 13.45 y 7.27% al tratamiento sin la aspersión foliar de AS (Figura 1). Al respecto Vázquez *et al. (2016),* Reportaron un incremento significativo de

compuestos fenoles y flavonoides en frutos de tomate, efecto atribuible al AS, ya que este elicitor genera un estrés bioquímico en las suspensiones celulares y tejidos de la plantas propiciando un incremento en los metabolitos secundarios, de tal manera que se le atribuye que regula la biosíntesis de metabolitos secundarios, como son los compuestos fenólicos y flavonoides. Mismo caso ocurrió en frutos de pepino en este trabajo, aumentando considerablemente la cantidad de ambos compuestos lo cual se puede apreciar en la Figura 1.

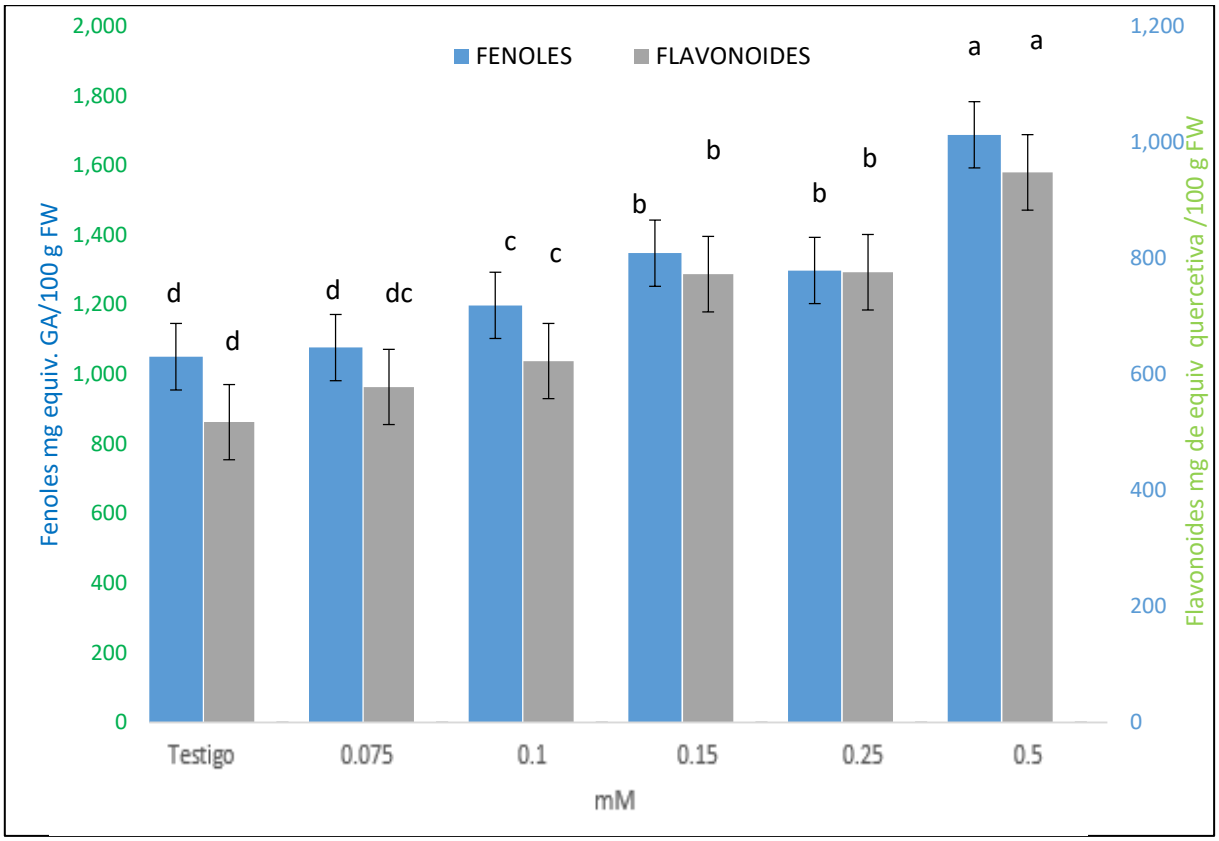


Figura 1. Contenidos nutracéutico (Fenoles y flavonides) de pepino con aplicaciones foliares de ácido salicílico (0, 0.075, 0.1, 0.15, 0.25, 0.5 mM) (Tukey: $P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

La aspersión foliar de ácido salicílico en plantas de pepino afectó significativamente el rendimiento y la calidad nutracéutica.

Las dosis bajas de ácido salicílico incrementan el rendimiento, en cambio dosis altas lo disminuyen pero se incrementa la calidad nutracéutica.

La aspersión foliar de ácido salicílico es una técnica agronómica viable para incrementar la producción y la calidad nutracéutica del cultivo de pepino desarrollado en hidroponía y en condiciones protegidas.

BIBLIOGRAFIA

Cortes, M.; Chiralt, A. y Puente, L. 2005. Alimentos funcionales: una historia con mucho presente y futuro. Revista Vitae. 12:5-14.

Esparza-Rivera J.R., Stone M.B., Stuchnoff C., Pilon-Smits E. and Kendall P.A. (2006). Effects of ascorbic acidapplied by two hydrocooling methods on physical and chemical properties of green leaf stored at 5 ºC. Journal of Food Science. 71:270–6.

Fariduddin, Q., S. Hayat and A. Ahmed (2003). Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica, 41(2): 281-284.

Guzman, E. 2012. Residualidad del ácido salicílico y su efecto en la actividad de la catalaza y actividad total en tomate. Tesis UAAAN.

Hayat, Q.; Hayat, S.; Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. Environ. Exp. Bot. 68:14-25.

Khan, W., B. Prithviraj and D.L. Smith (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. J. Plant Physiol., 160: 485-492.

Ortiz CJ, Castillo SF, y García AT (2009). Características deseables de planta de pepino crecida en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. Revista Fitotecnia Mexicana 32:289-294.

Sedó, R. 2001. Alimentos Funcionales: análisis general acerca de las características químico-nutricionales, desarrollo industrial y legislación alimentaria. Rey. Costarricense de Salud Pública. 10 (18 y 19) 34-39.

Shakirova, F.M., A.R. Sakhabutdinova, M.V. Bezrukova, R.A. Fatkhutdinova and D.R. Fatkhutdinova (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Sci., 164: 317-322.

Vázquez-Díaz, D.A., Salas-Pérez, L., Preciado-Rangel, P., Segura-Castruita, M.A., González-Fuentes, J.A. y Valenzuela-García, J.R. 2016. Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad nutracéutica de frutos de tomate. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 17: 3405-3414.

ALTERNATIVA DE PREVENCIÓN DE CLOROSIS FÉRRICA EN SOYA CON QUELATO EDDHA

Arturo Díaz Franco, Martin Espinosa Ramírez y Flor Elena Ortiz Chairez

Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carr. Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tam., C.P. 88900, México. diaz.arturo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de Fe en las plantas se manifiesta en suelos calcáreos o alcalinos de diferentes regiones áridas y semiáridas del mundo, los cuales ocupan el 30 % de la superficie total (Schenkeveld y Temminghoff, 2011). El estrés por Fe en las plantas induce decremento en la síntesis de clorofila, la cual se manifiesta en una clorosis foliar. La clorosis férrica se presenta como un problema en cultivos sembrados en dichos suelos ya que son condiciones que reducen la disponibilidad de Fe soluble, pues existe un antagonismo entre los carbonatos y el Fe. Los bajos niveles de materia orgánica también incrementan tal insuficiencia (Menguel *et al*., 2001). Sin embargo, aún el problema de la clorosis férrica no está completamente entendido, debido a que la severidad manifestada es variable entre ciclos de siembra y, además, depende de otros factores del suelo y condiciones climáticas (Álvarez *et al*., 2005; Ozores-Hampton, 2013). Díaz *et al*. (2018) señalaron que cuando no se corrige la clorosis férrica, las pérdidas en el rendimiento son proporcionales a la severidad observada.

Se han utilizado diferentes alternativas para prevenir o biofortificar químicamente la clorosis férrica en los cultivos. El tratamiento de Fe en la semilla ha tenido resultados erráticos (Farooq *et al*., 2012). Las aplicaciones al suelo de quelatos de fierro como el EDTA (ac. etilendiaminotetracético) y DTPA (ac. dietilentriaminopentaacético), no han sido efectivos debido a que su estabilidad en el suelo se restringe a pH<7.4. La práctica mayormente utilizada consiste en aspersiones foliares de sulfato ferroso ($FeSO_4$) (Ferreyra *et al*., 2008; Ozores-Hampton, 2013), aunque su efectividad dependerá del grado de severidad presente en el cultivo, la oportunidad y la frecuencia de las aspersiones (Humayan *et al*., 2016; Lucena, 2009). En general, las aplicaciones de Fe basadas en sales orgánicas de Fe, Fe en complejos de lignosulfanatos, citratos, gluconatos y quelatos de Fe con limitada estabilidad (como EDTA y DTPA) no son efectivas ya que estos compuestos son incapaces de mantener el Fe en la solución del suelo (Schenkeveld y Temminghoff, 2011; Lucena, 2009). Por el contrario, el quelato de Fe tipo EDDHA [ac. etilendiamino-di-(o-hidroxifenilacetato)], ha mostrado efectividad en suelos de pH>9 (Álvarez *et al.*, 2005; García-Marco *et al*., 2006). Este quelato se ha utilizado

para la corrección de clorosis férrica principalmente en frutales y cultivos hortícolas (Ozores-Hampton, 2013; Whiting *et a*l., 2015).

En el norte de Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila, existe interés en la producción de soya (*Glycine max*). Sin embargo, presenta serias limitaciones para la producción en los suelos regionales, calcáreos y alcalinos, ya que es uno de los cultivos más sensibles a clorosis férrica. De forma tradicional, su corrección se realiza mediante aspersiones foliares de $FeSO_4$ (Magallanes *et al*., 2014); en casos severos, puede ocasionar pérdidas totales de producción. Por tal motivo, la siembra de soya se recomienda en suelos con arcillas friables (40-49 % de arcilla), donde el cultivo presenta el mayor potencial de rendimiento (Magallanes *et al*., 2014). Por lo anterior, se realizó un estudio para evaluar la efectividad del quelato EDDHA-Fe como alternativa de control químico de la clorosis férrica en soya, desarrollada en suelo alcalino y calcáreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Río Bravo, Tam., en suelo calcáreo y alcalino, el 12 de agosto del 2016. Antes de la siembra se hicieron muestreos del suelo para determinar las propiedades físicas y químicas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo previas a la siembra.

pH	C.E. (dS m^{-1})	M.O. (%)	$N\text{-}NO_3$	P	K	Fe	Cu	Zn	Mg	Textura
			Mg kg^{-1}							
8.1	1.0	1.72	16.3	27.9	984	0.476	0.997	1.753	5.652	Franco-arcillosa

Para el control de la clorosis férrica en soya („Vernal"), se evaluaron los siguientes tratamientos: 1) quelato de Fe^{3+} (6 %) EDDHA [ac. etilendiamino-di-(o-hidroxifenilacético)] (Ultraferro®), inyectado al 1 % sobre las semillas en la siembra (Díaz *et al*., 2018); 2) fertilizante arrancador 11-56-00 más 5 % de ácidos fúlvicos, a razón de 10 kg ha^{-1} en presiembra; 3) EDDHA-Fe + 11-56-00; 4) sulfato ferroso ($FeSO_4$) foliar al 1.5 %; y 5) testigo absoluto. Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completos al azar con tres repeticiones; las parcelas fueron de cuatro surcos de 4 m de largo y con separación entre surcos de 0.81 m. Se aplicó un riego de presiembra, los riegos posteriores fueron rodados; la densidad fue de 25-27 semillas m^{-1} (60 kg ha^{-1}). La siembra se hizo manual, la aplicación del arrancador fue a un lado del surco y el quelato fue con bomba de mochila. Para el $FeSO_4$ foliar, se hicieron seis aplicaciones cada 7-10

días desde plántula, a partir de los primeros síntomas de clorosis observados en las hojas verdaderas.

Durante el desarrollo del cultivo se tomaron los siguientes datos: 1) índice de clorofila (SPAD) en 10 hojas superiores de la planta con determinador portátil Minolta SPAD-502, lecturas realizadas el 31 de agosto en el estado V1, 15 de septiembre (V2), 3 de octubre (V5) y 20 de octubre (R1); 2) alturas de siete plantas el 23 de septiembre (V3) y 24 de octubre (R1); 3) rendimiento estimado de grano en cada parcela. La información se procesó con análisis de varianza y la comparación de medias mediante Diferencia Mínima Significativa (DMS, $P< 0.05$). Además, se obtuvieron regresiones entre el rendimiento de grano con las últimas lecturas de SPAD y altura de planta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos afectaron el nivel de clorosis férrica de las plantas presentada en las cuatro lecturas del índice SPAD. La manifestación de la clorosis fue consistente entre las fechas de lecturas, los mayores valores SPAD se observaron en las parcelas que llevaron el quelato EDDHA-Fe solo o en combinación con el arrancador 11-56-00; valores seguidos por las aspersiones de $FeSO_4$ en el follaje que fluctuaron entre 20 y 25.4 SPAD (Cuadro 2).

Cuadro 2. Respuesta de soya „Vernal" al control químico de clorosis férrica en función a los valores SPAD de cuatro fechas de muestreos.

Tratamiento	Clorofila SPAD			
	31-ago/V1	15-sep/V2	3-oct/V5	20-oct/R1
EDDHA-Fe	30.4 a*	30.2 a	31.1 a	29.5 a
11-56-00	14.1 c	15.1 c	10.8 c	9.9 c
EDDHA-Fe + 11-56-00	29.3 a	29.8 a	30.3 a	28.3 a
$FeSO_4$	20.0 b	23.4 b	25.4 b	23.7 b
Testigo	12.6 c	12.9 c	9.9 c	9.8 c
Significancia F	*0.0001*	*0.0001*	*0.001*	*0.001*

*DMS, p≤0.05.

Es importante destacar que la efectividad de corrección de la clorosis en la soya con el tratamiento EDDHA-Fe al suelo, se observó desde la aparición de las primeras hojas verdaderas, comparado con el testigo y el $FeSO_4$, donde el nivel de clorofila SPAD se mantuvo casi uniforme durante el desarrollo del cultivo. En el testigo, los niveles SPAD fluctuaron entre 9.8 y 12.9, valores que reflejaron pérdida total del rendimiento (Figura 1).

Una respuesta similar se observó en las dos lecturas de altura de planta, que también fueron influenciados por los tratamientos. En la lectura del 23 de septiembre (V3), la mayor altura de planta (p=0.0001) se registró con el quelato EDDHA-Fe (29.8 cm), seguido por la combinación EDDHA-Fe + 11-56-00 y $FeSO_4$ foliar, los cuales promediaron 19.9 cm, pero superiores al testigo. Para el 24 de octubre (R1), también se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y los valores fueron semejantes a los registrados el 23 de septiembre, no obstante, los tratamientos con 11-56-00 y testigo no superaron los 12 cm de altura y no alcanzaron el estado reproductivo, esto representó pérdida total (Cuadro 3; Figura 1). Para el rendimiento de grano, el mayor obtenido fue con el quelato EDDHA-Fe de forma independiente (p=0.001; 4310 kg ha^{-1}), seguido con el tratamiento combinado EDDHA-Fe + 11-56-00 (3501 kg ha^{-1}), el cual superó a la vez la aspersión foliar con $FeSO_4$ (2848 kg ha^{-1}) (Cuadro 3). Estos resultados coinciden con los obtenidos en soya en condiciones controladas (Schenkeveld *et al*., 2008) y en campo con soya, frijol, sorgo y okra (Díaz *et al*., 2018; Obour y Peromal, 2016). Resultó evidente que el arrancador no mostró efecto benéfico, inclusive la combinación EDDHA-Fe + 11-56-00 fue antagónica ya que, comparado con la sola aplicación del quelato, disminuyó significativamente tanto la altura de planta como el rendimiento, por lo cual no representó una práctica viable (Cuadro 3). Por el contrario, estudios con arrancadores en soya indicaron una mejor nutrición y uniformidad de plántula, que fue reflejado en incrementos de rendimiento (Osborne y Riedell, 2006). Las seis aspersiones foliares de $FeSO_4$ no fueron efectivas, aunque incrementaron la clorofila, altura de planta y el rendimiento respecto al testigo, desde el punto de vista económico y operativo no son justificables bajo las condiciones del estudio.

Cuadro 3. Respuesta de la soya „Vernal" a la altura de planta y rendimiento de grano, influenciado por tratamientos de control químico de clorosis férrica.

Tratamiento	Altura de planta (cm)		Rendimiento (kg ha^{-1})
	23-sep/V3	24-oct/R1	
EDDHA-Fe	29.8 a*	60.8 a	4030 a
11-56-00	9.5 c	10.1 c	0.0 d
EDDHA-Fe + 11-56-00	21.2 b	55.5 ab	3501 b
$FeSO_4$	18.6 b	51.6 b	2848 c
Testigo	11.1 c	11.2 c	0.0 d
Significancia F	*0.0001*	*0.001*	*0.001*

*DMS, p≤0.05.

Por otro lado, se obtuvieron asociaciones estrechas entre el rendimiento de grano y el índice SPAD de clorofila (R^2= 0.958) y el rendimiento con la altura de planta (R^2= 0.926). Además, entre la altura de planta y el índice SPAD (R^2= 0.937) (Figura 1).

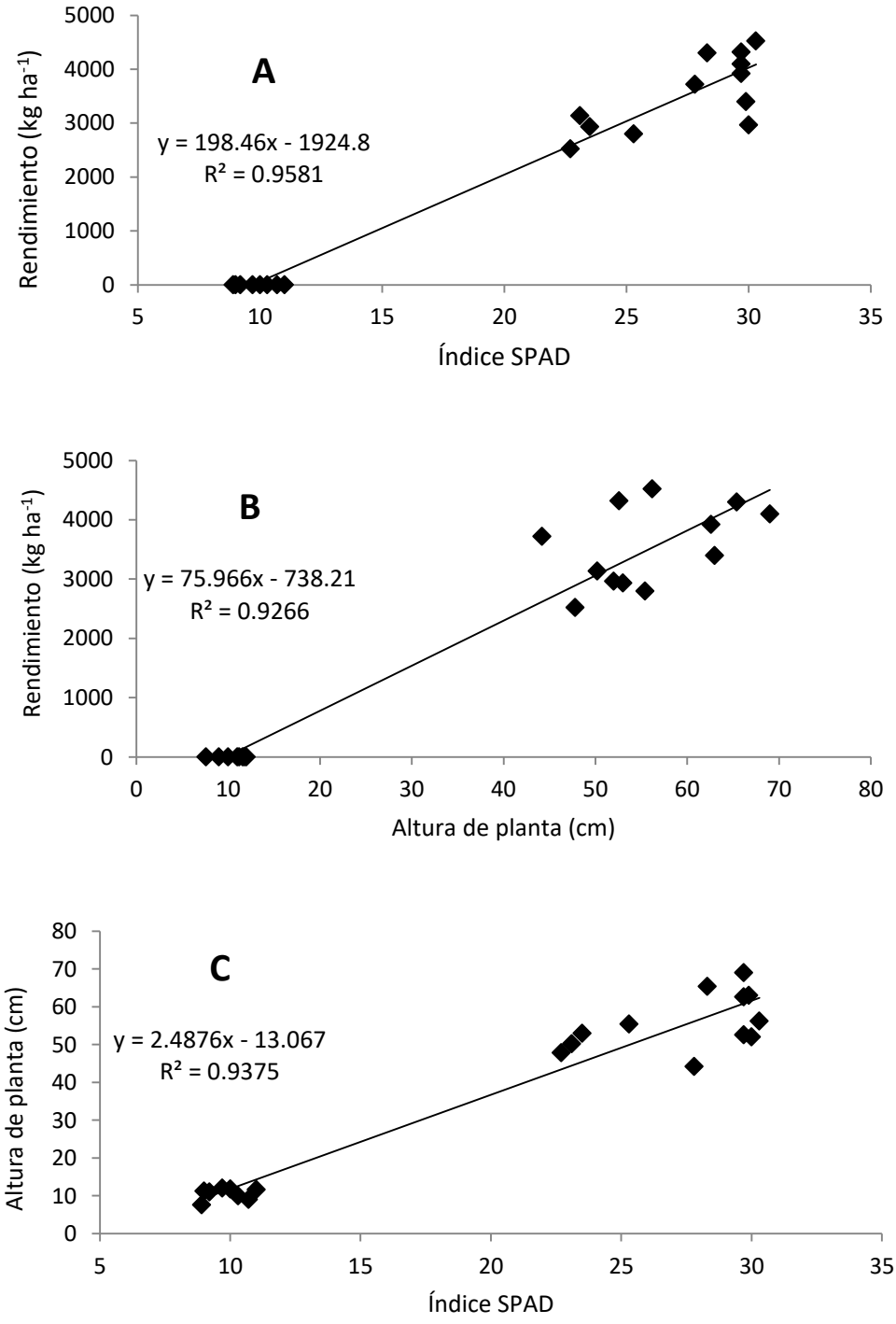


Figura 1. Asociaciones entre las variables en soya: A) rendimiento con índice SPAD; B) rendimiento y altura de planta; y C) altura de planta e índice SPAD.

CONCLUSIONES

La aplicación al suelo del quelato EDDHA-Fe mantuvo el mayor verdor de las plantas de soya desde la aparición de las primeras hojas verdaderas, asimismo la mayor altura de planta y de rendimiento. La combinación EDDHA-Fe y 11-56-00 tuvo un efecto antagónico. La severidad de la clorosis férrica fue tan extrema que seis aplicaciones foliares de $FeSO_4$ al 1.5 % resultó una práctica ineficiente. Las plantas con el tratamiento 11-56-00 respondieron igual al testigo, fueron las más cloróticas (promedio 11.3 SPAD), de pobre crecimiento (altura promedio 11.1 cm) y no alcanzaron el estado reproductivo. Se concluye que es posible producir soya en suelos tradicionalmente no recomendados, calcáreos y alcalinos, mediante la aplicación del quelato EDDHA-Fe.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez FA, García MS and Lucena JJ. 2005. Evaluation of synthetic iron (III)-chelates (EDDHA/Fe^{3+}, EDDHMA/Fe^{3+} and the novel EDDHSA/Fe^{3+}) to correct iron chlorosis. Europ. J. Agron. 22: 119-130.

Díaz FA, Espinosa RM y Ortiz CF. 2018. Corrección de la clorosis férrica con quelato EDDHA en cultivos sembrados en suelo alcalino y calcáreo. Terra Latinoamer. 36: 23-30.

Farooq M, Wahid A and Siddique KM. 2012. Micronutrient application through seed treatments: A review. J. Soil Sci. Plant Nutr. 12: 125-142.

Ferreyra ER, Selles VG, Ruiz SR, Gil MP y Barrera MC. 2008. Manejo de la Clorosis Férrica en Palto. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. La Cruz, Chile. 59 p.

García-Marco S, Martínez N, Yunta F, Hernández-Apaolaza L and Lucena JJ. 2006. Effectiveness of ethylenediamine- N-(o-hydroxyphenylacetic)- N‟-(p-hydroxyphenylacetic) acid (o,p-EDDHA) to supply iron to plants. Plant Soil 279: 31-40.

Humayan AK, Paltridge N and Stangoulis J. 2016. Chlorosis correction and agronomic biofortification in field peas through foliar application of iron fertilizers under Fe deficiency. J. Plant Interc. 11: 1-4.

Lucena JJ. 2009. El empleo de complejantes y quelatos en la fertilización de micronutrientes. Rev. Ceres 56: 527-535.

Magallanes EA, Díaz FA, Reyes RM, Rosales RE, Alvarado CM, Silva SM, Bustamante DA y Cortinas EH. 2014. Tecnología de producción en soya (*Glycine max*) para el norte de Tamaulipas. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Folleto Técnico No. 58. Río Bravo, Tam., México. 36 p.

Menguel K, Kirkby EA, Kosegartem H and Apple T. 2001. Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publication. The Netherlands. 757 p.

Obour A and Peromal R. 2016. Evaluating the effectiveness of iron chelates in managing iron deficiency chlorosis in grain sorghum. Kansas Agr. Exp. Stat. Res. Rep. Kansas Fertilizer Reseach 2016. 5 p.

Osborne SL and Riedell WE. 2006. Starter fertilizer impact on soybean yield and quality in the Northern Great Plains. Agr. J. 98: 1569-1574.

Ozores-Hampton M. 2013. Effective strategies to correct iron deficiency in Florida vegetable crops. HortTech. 23: 548-552.

Schenkeveld WDC, Dijcker R, Reichwein AM, Temminghoff EJM and Van Riemsdijk WH. 2008. The effectiveness of soil-applied FeEDDHA treatments in preventing iron chlorosis in soybean as a function of the o,o-FeEDDHA content. Plant Soil 303: 161-176.

Schenkeveld WDC and Temminghoff EJM. 2011. The effectiveness of FeEDDHA chelates in mending and preventing iron chlorosis in soil-grown soybean plants. pp. 83-108. In: El-Shemy HA (ed.). Soybean Physiology and Biochemistry. InTech. Rijeka, Croatia.

Whiting D, Card A, Wilson C and Reeder J. 2015. Iron chlorosis of woody plants. Colorado State University Extension. Publ. No. 223. Colorado Spring, Co., USA. 7 p.

RESPUESTA DEL MAÍZ A DIFERENTES FUENTES RACIONALES DE FERTILIZACIÓN MINERAL Y BIOLÓGICA

Arturo Díaz Franco, Martin Espinosa Ramírez y Florencia Alejandro Allende

Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carr. Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tam., C.P. 88900, México. diaz.arturo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Es impostergable 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 sintéticos y aumentar las ganancias por área cultivada (Lire *et al*., 2017; Malusá *et al*., 2016). La fertilización biológica a través del empleo de microorganismos benéficos, así como la incorporación de abonos orgánicos, representa una importante alternativa para potenciar una producción agrícola sostenible (Carbajal y Metra, 2010). Los estiércoles tienen la condición de ser utilizados como una fuente económica de nutrimentos y de gran eficiencia en la nutrición de los cultivos. 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 (Bouajila y Sanaa, 2011; Hue y Silva, 2000).

Por otro lado, 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 patógenos del suelo (Rouphael *et al*., 2015; Yang *et al*., 2014). Diferentes estudios con HMA han demostrado beneficios al incrementar la productividad de granos (Berruti *et al*., 2015; Grageda *et al*., 2013).

Adicionalmente se ha observado que en suelos alcalinos es afectada la disponibilidad de algunos nutrimentos como fósforo, fierro y boro e incrementa las pérdidas de nitrógeno por volatilización, lo que reduce los rendimientos de los cultivos. En estas condiciones, la aplicación de sulfato de calcio (yeso) ayuda a disminuir las pérdidas por volatilización de fertilizantes nitrogenados ya que este se combina con el carbonato de amonio para formar un compuesto más estable, el sulfato de amonio. La eficiencia de la práctica promueve incrementos en la productividad (Ortiz y Espinosa, 2014)

Lire *et al.* (2017) señalaron que el exceso del uso de agroquímicos ha tenido como resultado contaminación, decremento de la biodiversidad en las regiones agrícolas, degradación de los agroecosistemas e incrementos de los costos de producción. Por lo que la interacción entre la fertilización biológica y mineral puede originar un manejo eficiente y más amigable con el ambiente, en particular cuando se reducen las cantidades del último. Resultados de Alvarado *et al.* (2018) en maíz y Díaz *et al.* (2015) en sorgo, concluyeron que el empleo del 50 % del fertilizante sintético combinado con bioinoculantes o composta, mantiene o incrementa los rendimientos al obtenido sólo con la fertilización sintética convencional. Por lo anterior, el objetivo del estudio consistió en evaluar en maíz algunas alternativas de fertilización, con énfasis en la reducción del fertilizante mineral y su interacción con inoculantes a base de HMA.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en el Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, en condición de riego, las propiedades del suelo de presiembra están señaladas en el Cuadro 1. El híbrido H439 se sembró manualmente el 5 de febrero de 2016 a densidad de 65 mil plantas ha^{-1}. El diseño experimental consistió en una distribución en parcelas divididas, las parcelas grandes representadas por tratamientos de fertilización y las parcelas chicas por inoculación de HMA.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo experimental previo a la siembra.

pH	M.O. (%)	C.E. (dS m^{-1})	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Textura
7.8	1.7	1.14	20.6	29.6	1864	Arcillosa

Las parcelas grandes, de nueve surcos (0.81 m) y 5 m de largo, consistieron en: 1) fertilización convencional 140-40-00 (100%FQ); 2) la mitad de la fertilización convencional (50%FQ); 3) gallinaza procesada y deshidratada (Meyfer®, 1 t ha^{-1}) más 50%FQ (G50%FQ); 4) sulfato de calcio (yeso, 0.5 t ha^{-1}) más 50%FQ (Y50%FQ); y 5) testigo absoluto. Los fertilizantes se incorporaron a los lados del surco, la gallinaza y el yeso se aplicaron el 27 de diciembre de 2015 y la fertilización mineral el 20 de enero de 2016, seguida por el riego de presiembra. El nitrógeno fue fraccionado, la mitad aplicado el 20 de enero y la otra mitad en el primer riego de auxilio (42 dds).

Los tratamientos en las parcelas chicas de tres surcos de 5 m consistieron en: a) inoculación de semilla con el HMA Biogea Glomus® (*Rhizophagus intraradices*), en dosis de 100 mL 1 L de agua ha^{-1}; b) el HMA micorriza INIFAP® (*R. intraradices*) con dosis de 0.5 kg + 60 mL de

adherente 0.5 L de agua ha^{-1}; y c) testigo no inoculado. El manejo del cultivo fue a través del paquete tecnológico del CERIB (2012).

Las variables registradas fueron clorofila con índice SPAD y altura de planta, mediciones hechas en etapa vegetativa (31 dds) y en etapa reproductiva (50, 68 y 85 dds). El rendimiento de grano se obtuvo del surco central, ajustado a 14% de humedad. Los datos se analizaron y la separación de las medias fue a través de DMS ($p \leq 0.05$). Además, se calculó la rentabilidad de la producción empleando como indicador económico la relación beneficio-costo (B/C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos de fertilización y los inoculantes micorrízicos afectaron significativamente los niveles de clorofila SPAD y la altura de planta, en algunas de las fechas de muestreo, así como el rendimiento de grano de maíz. No se observaron interacciones significativas entre la fertilización y los inoculantes para las variables evaluadas. En el primer muestreo de la etapa vegetativa (31 dds) ambos factores no influyeron en el índice de clorofila ni en altura de planta. Esta respuesta también se ha observado en sorgo cuando se combinaron bioinoculantes con fertilización mineral reducida (Díaz *et al*., 2015). En el segundo muestreo (50 dds) los mayores valores SPAD se registraron con el 100%FQ, 50%FQ y con la inoculación de micorriza INIFAP; la fertilización no afectó la altura de planta. En el tercer muestreo (68 dds), el 100%FQ y 50%FQ mostraron los mayores valores tanto de clorofila SPAD como de altura de planta. En tanto que ambos inoculantes superaron al testigo en las dos variables. En los registros de la cuarta lectura (85 dds), los mayores índices SPAD fueron con el 100%FQ y G50%FQ, mientras que las mayores alturas de planta fueron con 100%FQ, 50%FQ y G50%FQ. Entre los inoculantes, los dos superaron al testigo en ambas variables (Cuadro 2).

El mayor rendimiento de grano se obtuvo con 100%FQ, seguido por los tratamientos que llevaron el 50%FQ, los cuales superaron al testigo. No se observó sinergia en las combinaciones 50%FQ con gallinaza y yeso. El rendimiento más sobresaliente entre los inoculantes fue con micorriza INIFAP. Aunque ambos inoculantes contienen el mismo género y especie del HMA (*R. intraradices*), la funcionalidad como cepas mostró diferente respuesta en las variables evaluadas (Cuadro 2). Es un hecho que las cepas de HMA pueden variar su funcionalidad simbiótica según las interacciones entre el hospedero y las condiciones edafoclimáticas, diferencias que pueden ser incluso entre la misma especie (Rouphael *et al*., 2015; Yang *et al*., 2014). Por otro lado, los abonos orgánicos tienen un papel fundamental al

influir en la productividad agrícola, así como ser promotores en la conversión de la calidad de los suelos (Scotti *et al*., 2015).

El rendimiento de grano tuvo una mayor correlación con el índice SPAD a los 50 dds (r=0.72) y en la altura de planta a los 68 dds (r=0.90). De forma similar, Díaz *et al.* (2014) registraron en sorgo correlaciones positivas (de r=0.69 a 0.93) entre el rendimiento de grano y el índice SPAD en floración, altura de planta y biomasa seca.

Cuadro 2. Respuesta del maíz H439 a índice de clorofila (SPAD), altura de planta (AP) y rendimiento de grano, mediante alternativas de fertilización e inoculación micorrízica.

Factor	SPAD	AP (cm)	SPAD	AP (cm)	SPAD	AP (cm)	SPAD	AP (cm)	Rend. (kg/ha)
	31 dds		50 dds		68 dds		85 dds		
Fertilización (F)									
100%FQ	31.5	14.2	40.8 a*	112.5	55.6 a	164 a	50.2 a	232 a	9238 a
50%FQ	30.9	13.8	40.5 a	112.0	53.8 a	163 a	47.8 b	229 a	8680 b
G50%FQ	29.9	13.0	37.3 b	108.8	45.3 b	153 b	50.2 a	231 a	8446 b
Y50%FQ	29.5	13.5	37.6 b	108.5	46.5 b	152 b	37.4 c	222 b	8303 b
Testigo	32.0	14.5	36.5 b	110.8	44.5 b	152 b	35.1 d	215 c	5786 c
Inoculante (I)									
Biogea Glomus	30.9	13.6	38.2 b	110.6 b	49.5 a	157 ab	44.9 a	227 a	8108 ab
M-INIFAP	31.4	13.8	39.3 a	112.1 a	50.6 a	159 a	45.6 a	228 a	8415 a
Testigo	30.8	13.7	38.1 b	108.8 c	47.3 b	154 b	41.9 b	222 b	7749 b
Significancia F									
F	*0.429*	*0.063*	*0.001*	*0.229*	*0.001*	*0.001*	*0.001*	*0.001*	*0.001*
I	*0.533*	*0.629*	*0.027*	*0.001*	*0.001*	*0.017*	*0.001*	*0.001*	*0.005*
F x I	*0.214*	*0.519*	*0.848*	*0.270*	*0.981*	*0.892*	*0.267*	*0.381*	*0.970*

*Diferencias DMS (p≤0.05).

La evidente complementariedad entre la bioinculación y la mitad de la fertilización mineral obtenida en el estudio, también se ha demostrado en maíz (Alvarado *et al*., 2018), sorgo (Díaz *et al*., 2015) y arroz (Rose *et al*., 2014). Similarmente, los rendimientos de diferentes hortalizas obtenidos con la fertilización sintética convencional, se han igualado con la mitad del fertilizante mineral en combinación con abonos orgánicos o bioinoculantes (Alvarado *et al*., 2018; Díaz *et al*., 2017; Rojas y Ortuño, 2007; Vázquez *et al*., 2014).

Los resultados del análisis económico se describen en el Cuadro 3. El mayor potencial de rendimiento de grano se obtuvo con la fertilización convencional 140-40-00 combinada con la inoculación de semilla con micorriza INIFAP, con rendimiento de 9679 kg ha^{-1} y B/C de 1.88, aunque el tratamiento más eficiente que obtuvo la mayor rentabilidad en la producción con B/C de 1.98, fue la combinación de 50%FQ más la inoculación de micorriza INIFAP, seguido por la combinación 50%FQ+Biogea Glomus con B/C de 1.91.

El estudio demostró la superioridad en la rentabilidad de la producción de grano de maíz con los inoculantes micorrízicos utilizados y la mitad de la fertilización mineral. Sadhana (2014) menciona que los HMA tienen un papel clave como biofertilizantes en el manejo de los cultivos, además de ser amigables con el ambiente ya que no inducen contaminación alguna. Por lo tanto, desde el punto de vista de manejo agroecológico, la reducción de la fertilización a través de estos bioproductos podría representar una práctica viable que promueva una mejor conservación de los sistemas de producción.

Cuadro 3. Rentabilidad de la producción de maíz (B/C) mediante las alternativas de fertilización combinada con inoculantes micorrízicos.

Fertilización	Inoculante	Kg/ha	Relación B/C
Testigo	Testigo	5439	1.50
	Biogea Glomus	5790	1.57
	M-INIFAP	6131	1.66
100%FQ	Testigo	8916	1.76
	Biogea Glomus	9120	1.79
	M-INIFAP	9679	1.88
50%FQ	Testigo	8412	1.87
	Biogea Glomus	8658	1.91
	M-INIFAP	8993	1.98
G+50%FQ	Testigo	8011	1.62
	Biogea Glomus	8538	1.70
	M-INIFAP	8791	1.75
Y+50%FQ	Testigo	7968	1.71
	Biogea Glomus	8437	1.78
	M-INIFAP	8507	1.80

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de grano de maíz se logró con la fertilización mineral convencional (9238 kg ha^{-1}) y el inoculante micorrízico que destacó fue M-INIFAP (8415 kg ha^{-1}); aunque desde el punto de vista económico, la mayor tasa de rentabilidad obtenida en función al beneficio-costo, fue a través de la mitad de la fertilización convencional más el inoculante M-INIFAP (8993 kg/ha; B/C=1.98).

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado CM, Díaz FA y Alejandro AF. (2018). Gallinaza, micorriza arbuscular y fertilización química reducida en la productividad de calabacita y pepino. Rev. Int. Contam. Ambie. 34: 273-279.

Alvarado TR, Aceves RE, Guerrero RJ, Olvera HJ, Bustamante GA, Vargas LS y Hernández SJ. (2018). Respuesta de variedades de maíz (*Zea mays* L.) a diferentes fuentes de fertilización en el Valle de Puebla. Terra Latinoamer. 36: 49-59.

Berruti A, Lumini E, Baletrini R and Bianociotto G. (2015). Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: Let"s benefit from past successes. Front Microbiol. 61: 159-1576.

Bouajila K and Sanaa M. (2011). Effects of organic amendments on soil physic-chemical and biological properties. J. Mater. Environ. Sci. 11: 485-490.

Carbajal MJ y Metra BA. (2010). Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Producción 5: 77-96.

CERIB. (2012). Paquetes tecnológicos de los cultivos en el norte de Tamaulipas. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. 40 p.

Díaz FA, Alvarado CM, Alejandro AF y Ortiz CF. (2017). Uso de abono orgánico y micorriza arbuscular en la producción de repollo. Rev. Chapingo Serie Zonas Áridas 16: 15-21.

Díaz FA, Gálvez LD y Ortiz CF. (2015). Bioinoculación y fertilización química reducida asociadas con el crecimiento de planta y productividad de sorgo. Rev. Int. Contam. Ambie. 31: 245-252.

Díaz FA y Peña del Río MA. (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: 717-722.

Grageda CO, Díaz FA, Peña CJ y Vera NJ. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Rev. Mex. Cien. Agr. 3: 1261-1274.

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.

Lire H, Jha S and Philpott SM. (2017). Intersection between biodiversity conservation, agroecology, and ecosystem services. Agroecol. Sustain. Food Systems 41: 723-760.

Malusá E, Pinzari F and Canfora L. (2016). Efficacy of biofertilizers: Chalenges to improve crop production. In: Microbial Inoculants in Sustainable Agricultural Productivity (Singh DP, Singh HB and Ratna P, Eds.). Springer, India.

Ortiz CF y Espinosa RM. (2016). Uso de sulfato de calcio para mejorar la fertilización química del sorgo en suelos alcalinos. Folleto Técnico 64. CIRNE. Pp. 61-62.

Rose MT, Phuong TL, Nhan DK, Cong PT, Yhanh HN and Kennedy IR. (2014). Up to 52 % N fertilizer replaced by biofertilizer in lowland rice via farmer participatory research. Agr. Sustainable Develop. 34: 857-868.

Rouphael Y, Franken P, Schneider C, Schwarz D, Giovannetti M, Agnolucei M, Pascale S, Bonini P and Colla G. (2015). Arbuscular mycorrhizal fungi act as bioestimulants in horticultural crops. Sci. Hort. 196: 91-108.

Sadhana B. (2014). Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) as a Biofertilizer: Review. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 3: 384-400.

Scotti R, Bonanomi G, Scelza R, Zoina A and Rao MA. (2015). Organic amendments as sustainable tool to recovery fertility in intensive agricultural systems. J. Soil Sci. Plant Nutr. 15: 333-352.

Vázquez SE, Lira SH, Valadez AA, Cárdenas FA e Ibarra JL. (2014). Respuesta del pepino a la fertilización biológica y mineral con o sin acolchado plástico en condiciones de casa sombra. Rev. Int. Inv. Innov. Tecnol. 10: 1-11.

Yang C, Ellouze W, Borrell A, Taheri A, Dai M, Kabir Z and Hamel C. (2014). Management of the arbuscular mycorrhizal symbiosis in sustainable crop production. In: Mycorrhizal Fungi: Use in Sustainable Agriculture and Land Restoration (Solaiman ZM, Ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pp: 89-118.

AREAS POTENCIALES PARA CHILE HABANERO DE RIEGO EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

[1]Ramírez Jaramillo G.

[1]Centro de Investigación Regional Sureste, INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yucatán, México. [3]Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Carretera Internacional México - Nogales Kilómetro 6, Centro, 63300 Santiago Ixcuintla, Nayarit.
Autor para correspondencia: ramirez.genovevo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile verde se encuentra extendido en todo el territorio nacional, pero para el caso del chile habanero *Capsicum chinense* Jacq., es la Península de Yucatán la principal región productora del país; de esta forma, los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche fueron los principales productores de éste picante en 2017 con más del 42 % de la superficie nacional. Por otro lado, los consumidores nacionales e internacionales reconocen al chile habanero que se produce en esta región del país, por sus características de sabor, aroma pungencia y vida de anaquel.

El incremento en la demanda en el mercado regional, nacional e internacional y la poca disponibilidad de materia prima a dado lugar a las iniciativas para aumentar la superficie del cultivo por parte de las autoridades gubernamentales, industriales, empresarios particulares y del sector social.

Ante la relevancia que adquiere el cultivo de chile habanero para la Península de Yucatán se consideró necesario caracterizar el medio físico de la región, para localizar las áreas de cultivo más adecuadas para su producción bajo condiciones de riego con el fin de dar bases para la toma de decisiones hacia donde orientar el fomento de su cultivo. Esta parte reviste especial interés, ya que las condiciones del mercado son favorables para incrementar a muy corto plazo la superficie productiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

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

Determinación de los requerimientos agroecológicos *Capsicum chinense* Jacq. La distribución de los cultivos en el mundo está marginada por los límites climáticos, por defecto o por exceso de las necesidades vitales para los individuos que conforman los distintos biotipos. Desde que se efectúa la siembra, las plantas están sometidas a las variaciones asincrónicas de los elementos componentes del clima y es el clima el principal factor determinante de la probabilidad de éxito de un cultivo (Ruiz *et al.*, 1999).

Las necesidades o requerimientos de los cultivos normalmente se describen por rangos y suelen reportarse por especie e incluso por genotipo. Según los intervalos que se consideren así será el resultado del diagnóstico; entonces, si se toman en cuenta valores óptimos, las áreas potenciales resultantes supondrán la obtención de mejores rendimientos y rentabilidad para el cultivo.

De acuerdo al Reporte Preliminar de los requerimientos de especies vegetales de FAO (FAO, 2017) y la experiencia en la región, los requerimientos para el cultivo de chile habanero considerados fueron los siguientes:

Suelos. Los suelos más favorables para el cultivo de chile habanero, son aquellos bien drenados y con buena retención de humedad; en consecuencia, deben evitarse los suelos con texturas extremas. En la Península de Yucatán, los suelos más apropiados para el desarrollo del picante son los Luvisoles de acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO y que regionalmente se les conoce como K'ankab, son susceptibles de mecanización, presentan buen drenaje, con bajo a mediano contenido de materia orgánica y baja retención de humedad. Las asociaciones de Luvisoles con Rendzinas y Cambisoles también se consideró como óptimo, pero solo en un 10 %, ya que el otro 90 % se considera como subóptimos por su pedregosidad, las Rendzinas y sus asociaciones por el grado de pedregosidad fueron considerados como subóptimos y como no aptos a los Vertisoles, Regosoles y Gleysoles, así como a sus asociaciones.

Altitud. La altitud es un factor que está relacionado con algunos aspectos climáticos; por tal motivo, las plantaciones no deben establecerse en altitudes superiores a los 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm). En la península de Yucatán las altitudes no sobrepasan los 400 msnm y las condiciones son óptimas para el desarrollo del chile habanero.

Topografía. Se deben preferir terrenos planos o ligeramente ondulados, ya que en terrenos muy accidentados se elevan los costos de producción al requerir de mayor número de jornales para las prácticas de cultivo y cosecha. Para la Península de Yucatán se consideró como óptima las pendientes inferiores al 5 %, subóptima de 5 a 10 % y no aptas las mayores de 10 %.

Temperatura. La temperatura condiciona los límites del cultivo de chile habanero. Se consideró como óptima la temperatura media anual de 24 a 28º C, por lo que la totalidad de la Península de Yucatán se encuentra en esta condición. Temperaturas menores de 15° C y mayores de 35° C limitan el desarrollo del cultivo.

Determinación de las zonas potenciales o regionalización. Partiendo de la información revisada se consideraron los siguientes criterios para delimitar las áreas potenciales: las zonas óptimas se determinaron en donde interaccionan todas las variables consideradas como favorables para su desarrollo, subóptimas donde interaccionan características climáticas y edafológicas óptimas y subóptimas y finalmente las no aptas en donde se combinan *variables* subóptimas con no aptas. (Ramírez, 2006).

Para procesar y analizar la información se empleó el software Arc/Gis versión 9.3., programa desarrollado por la empresa estadounidense ESRI. Con ella se pueden representar datos georreferenciados, analizar las características y patrones de distribución de esos datos y generar informes con los resultados de dichos análisis.

Toda la actividad en Arc/Gis tiene lugar dentro del proyecto, una colección de documentos asociados con los que se trabaja durante la sesión. Los proyectos pueden contener cinco tipos de documentos: vistas, tablas, gráficos, layouts (salidas impresas) y scripts. La ventana de proyecto muestra los nombres de todos los documentos contenidos en el mismo. Un proyecto organiza y almacena el estado de todos estos documentos. El proyecto gestiona cómo y dónde se despliegan los documentos, mantienen activas las selecciones de documentos y define la apariencia de la ventana de aplicación.

La información del proyecto se almacena en un fichero en formato ASCII y siempre tiene extensión *.apr. En Arc/Gis se generan principalmente mapas vectoriales, los mapas se van generando a través de intersecciones cartográficas entre polígonos, y las clases de potencialidad son descritas y mantenidas en cada proceso de intersección, de esta manera el

mapa final contempla la información de todas las variables que se interceptaron, estos mapas son más representativos que los modelos raster, ya que son más exactos al generar estimaciones de superficie, por ser procesos cartográficos que utilizan mapas poligonales. Se identificaron los requerimientos del cultivo y se seleccionaron aquellas características adecuadas al desarrollo del cultivo del cocotero bajo condiciones de temporal y posteriormente se procedió a realizar las Intersecciones cartográficas para regionalizar y ubicar las zonas óptimas y subóptimas para su producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Potencial para Chile Habanero bajo condiciones de riego. Las áreas potenciales se calcularon en base a las áreas abiertas al cultivo, las cuales fueron utilizadas para fines agrícolas, pecuarios (forrajes) o forestales. En ese sentido el potencial del cultivo es aún mucho mayor para la región, pero el abrir nuevas áreas al cultivo implica la necesidad del cambio de uso del suelo y los respectivos permisos y estudios de impacto ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La superficie sembrada en 2017 fue para Yucatán de 94 ha en Campeche, 110 en Quintana Roo y 171 en Yucatán, para un total de 375 ha, superficie mínima para el potencial que tiene el cultivo en la región, al considerar solo las áreas abiertas al cultivo.

Cuando se habla de riego debe de tomar en cuenta la calidad del agua para dicho propósito, es decir se debe buscar aguas del tipo C1 y C2 que son de salinidad media a baja. Cuando hay problemas con sales, es preferible no cultivar o acotarlo a la época del ciclo P-V para que pueda existir un lavado de sales natural por las precipitaciones que ocurren en esta época. Respecto a los otros factores, en la Península de Yucatán existen muy buenas condiciones para el cultivo del chile habanero a cielo abierto bajo condiciones de riego, una de las principales limitantes es la poca profundidad del suelo y su pedregosidad, pero dicha limitante se ha solucionado con la aplicación de productos orgánicos como la gallinaza y bovinaza, en donde incluso es factible alcanzar rendimientos muy similares a los de las zonas de alto potencial.

Las áreas potenciales para riego son más de 300 mil hectáreas y se concentran en los municipios del sur y oriente del estado de Yucatán, centro y norte de los estados de Campeche y Quintana Roo. En lo que respecta a las áreas de potencial subóptimos la mayor parte se concentra en el norte del estado de Yucatán, sur y norte de Campeche y centro y norte de Quintana Roo con una superficie superior a las 600 mil hectáreas. La distribución geográfica y las superficies de las áreas potenciales de chile habanero de riego se observan en las Figuras 1 y 2

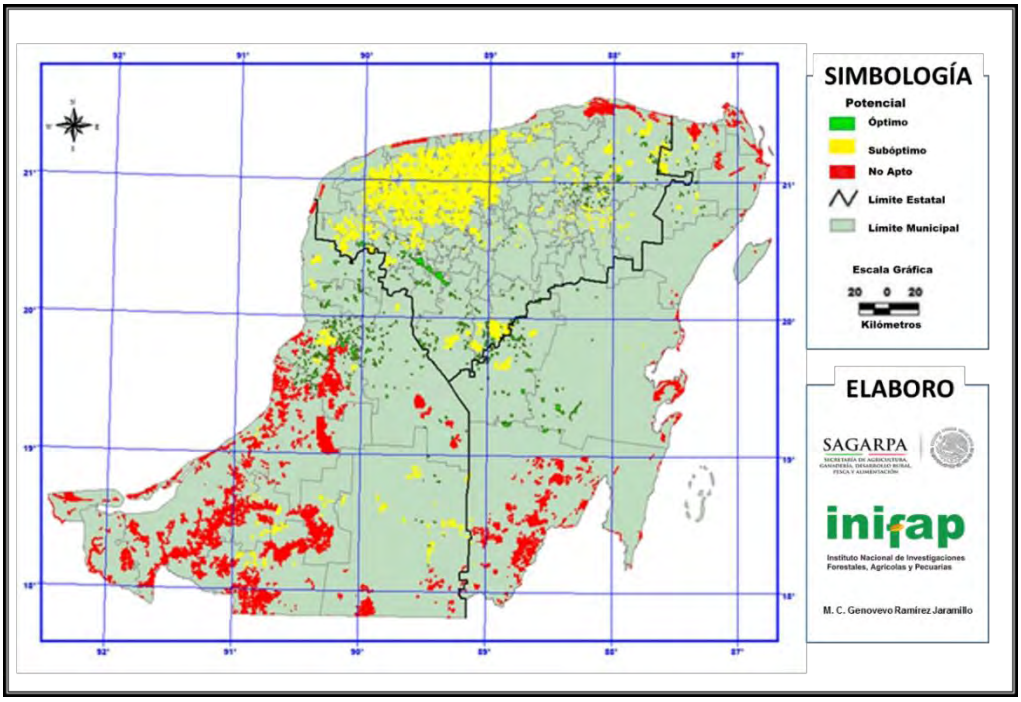


Figura 1. Distribución de las zonas potenciales de riego de chile habanero en la península de Yucatán

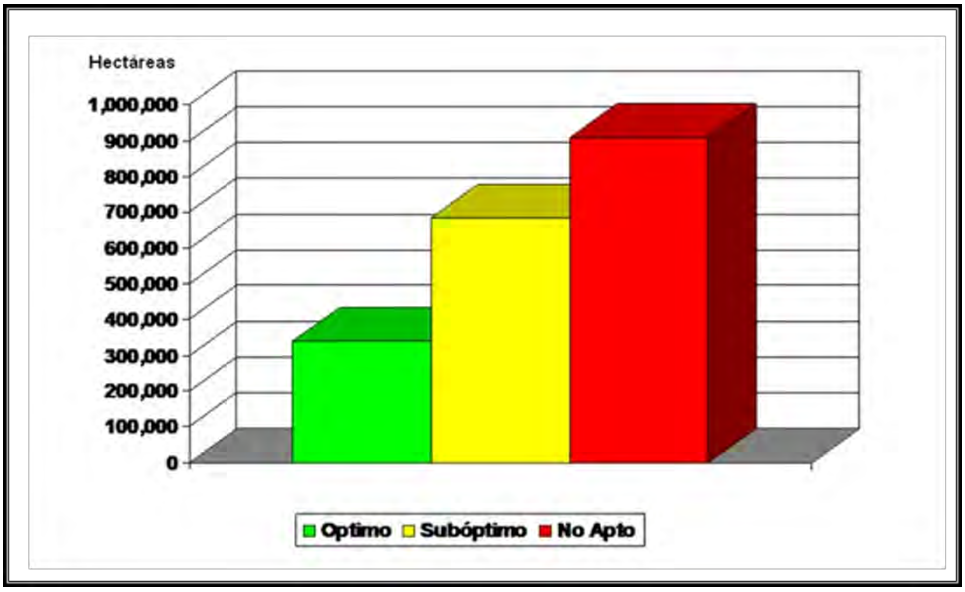


Figura 2. Superficies potenciales de riego de chile habanero en la península de Yucatán.

CONCLUSIONES

Existen condiciones agroecológicas óptimas para producir chile habanero de riego y mejorar su productividad en la Península de Yucatán.

Las zonas más apropiadas para chile habanero de riego se localizan en el oriente y sur del estado de Yucatán; el centro y norte de los estados de Quintana Roo y Campeche.

Las zonas productoras de riego por lo general se ubican en las zonas de bajo y mediano potencial, por lo que se sugiere fomentar su cultivo hacia las zonas de alto potencial para hacer al cultivo más competitivo con mejores rendimientos y reducir costos de producción con la mecanización o semimecanización de su cultivo.

El tipo de suelo es un factor determinante en la definición de zonas de óptimo y subóptimo.

Los rendimientos en riego son factibles de mejorar si se ubican las zonas productivas en las regiones de mediano y alto potencial, y se orientan los recursos financieros y humanos hacia estas regiones.

BIBLIOGRAFÍA

FAO, 2017. Ecocrop, Requerimientos ecológicos de las especies vegetales, base de datos. Roma, Italia.

Ramírez J, G. *et al*. 2006. Estudio Estratégico de la Cadena Agroindustrial Chile Habanero. CD interactivo. INIFAP - ENPRODAY. Campo Experimental Mocochá. Mocochá, Yucatán.

Ruiz, C. J. A. *et al*. 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Libro Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. INIFAP. SAGAR. Guadalajara, Jalisco México.

EVALUACIÓN EN CAMPO DE LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO ADAPTADAS A ESTRÉS, EN EL CICLO 2017-2018

Ivón Alejandra Rosas-Jauregui, Guillermo Fuentes-Dávila, Carlos Antonio Ayón-Ibarra, José Luis Félix-Fuentes y Pedro Félix-Valencia

Campo Experimental Norman E. Borlaug INIFAP, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000. Correo: rosas.ivon@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El estrés ambiental representa una fuerte restricción para el aumento de la productividad de los cultivos y el aprovechamiento de los recursos naturales. Se estima que únicamente un 10% de la superficie de la tierra arable se encuentra libre de algún tipo de estrés (Benavides, 2002). El deterioro ambiental por las actividades humanas no es un fenómeno reciente; prácticamente, desde su aparición el hombre ha transformado su medio natural en un intento por apropiarse de los recursos que la naturaleza le brinda. En la actualidad, estos cambios han mostrado un grado de transformación tal, que ponen en peligro la capacidad de equilibrio para el sostenimiento de la vida humana (Ehrlich y Ehrlich, 1991). Cerca del 20% de la tierra presenta algún tipo de deficiencia o toxicidad mineral. El 26% es afectada por estrés de sequía y 15% por temperatura (Blum, 1988); incluso bajo condiciones de producción protegida, como el uso de invernaderos y túneles, donde también se presentan eventos de estrés biótico o abiótico que disminuyen la productividad. Las plantas cultivadas se ven sometidas a diferentes grados de estrés en alguna etapa de su crecimiento, y los cambios generados son una respuesta a la sobrevivencia de la planta misma; el efecto del estrés por sequía generalmente es reflejado en una disminución de la producción y del crecimiento total; esto con respecto al grado de reducción de factores, como la etapa de crecimiento y el agotamiento de agua, así como el tiempo de duración de las condiciones de sequía (Kramer, 1983). Las temperaturas por encima de los 34° C son posibles en la mayoría de las regiones donde crece el trigo durante el llenado de los granos. Dichas temperaturas aceleran la senescencia y pueden causar una reducción significativa en el rendimiento de grano a través de la disminución de su tamaño y en el incremento del porcentaje de grano marchito y de menor tamaño. El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar el comportamiento de germoplasma de trigo harinero con adaptación a estrés en el Valle del Yaqui.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La variedad comercial de trigo harinero Borlaug 100 F2014 (Camacho-Casas *et al*., 2017) y 25 líneas avanzadas del 7to SATYN de Trigo harinero del CIMMYT (Cuadro 1), se sembraron el 16 de enero de 2017 en la Estación Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México, ubicado en la manzana 910 del Valle del Yaqui a 27° 22'04.64" de latitud norte y 109° 55'28.26" longitud oeste, 37 msnm, con clima cálido [BW (h)] Y extremo caliente y seco [BS (h)], según la clasificación de Koppen modificada por García (1988). Las parcelas consistieron en una cama de 1 m de largo con dos hileras, de 0.80 m de separación con una densidad de semilla de 100 kg ha^{-1}. Las variables evaluadas fueron: a) espigamiento (días), b) peso de mil granos (g) y c) rendimiento de grano por parcela (g).El manejo agronómico se dio siguiendo las recomendaciones del INIFAP para la región (Figueroa-López *et al*.,2011*)*.

Cuadro 1. Líneas avanzadas de trigo harinero del 7to Vivero de Adaptación a Estrés.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	CHEN/AE.SQ//2*WEAVER/3/BAV92/4/JARU/5/OLI2/SALMEJA/6/CROC_1/AE.SQUARROSA (205)//BORL95/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/4/ FRET2 PTSA08M00026T-050Y-050ZTM-050Y-8ZTM-010Y-0B
2	SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU/4/ASTREB PTSA08M00047S-050ZTM-050Y-36ZTM-010Y-0B
3	SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU/5/CROC_1/AE.SQUARROSA(205)//BORL95/3/PRL/ SARA//TSI/VEE#5/4/FRET2 PTSA08M00052S-050ZTM-050Y-31ZTM-010Y-0B
4	SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU/4/SOKOLL/WBLL1 PTSA08M00053S-050ZTM-050Y-50ZTM-010Y-0B
5	CROC_1/AE.SQUARROSA (256)/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1/5/BABAX/LR42 //BABAX/3/ER2000 PTSS12SHB00050T-0TOPB-099Y-099B-3Y-020Y-0B
6	IWA8612949/3/2*ATTILA*2/PBW65//MURGA PTSS13Y00137T-099B-099Y-3B-020Y-0B
7	IWA8612949/3/2*ATTILA*2/PBW65//MURGA PTSS13Y00137T-099B-099Y-5B-020Y-0B
8	IWA8612949/3/2*ATTILA*2/PBW65//MURGA PTSS13Y00137T-099B-099Y-59B-020Y-0B
9	IRAN-880/3/2*ATTILA*2/PBW65//MURGA PTSS13Y00139T-099B-099Y-5B-020Y-0B
10	IRAN-880/3/2*ATTILA*2/PBW65//MURGA PTSS13Y00139T-099B-099Y-9B-020Y-0B
11	IRAN-880/3/2*ATTILA*2/PBW65//MURGA PTSS13Y00139T-099B-099Y-19B-020Y-0B
12	SOKOLL/WBLL1/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1 PTSS11Y00144S-0SHB-099SHB-099Y-099B-099Y-16Y-020Y-0B
13	SOKOLL/WBLL1/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1 PTSS11Y00144S-0SHB-099SHB-099Y-099B-099Y-19Y-020Y-0B
14	VORB/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1 PTSS11Y00143S-0SHB-099B-099Y-099B-099Y-22Y-020Y-0B

15 VORB/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1
PTSS11Y00143S-0SHB-099B-099Y-099B-099Y-26Y-020Y-0B
16 CHEN/AE.SQ//2*OPATA/3/FINSI/5/W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1
PTSS11Y00152S-0SHB-099B-099Y-099B-099Y-5Y-020Y-0B
17 CHEN/AE.SQ//2*OPATA/3/FINSI/5/W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1
PTSS11Y00152S-0SHB-099B-099Y-099B-099Y-17Y-020Y-0B
18 SOKOLL
CMSS97M00316S-0P20M-0P20Y-43M-010Y
19 BAJ #1
CGSS01Y00134S-099Y-099M-099M-13Y-0B
20 BORLAUG100 F2014
CMSS06Y00605T-099TOPM-099Y-099ZTM-099Y-099M-11WGY-0B-0MEX
21 FRANCOLIN #1
CGSS01B00056T-099Y-099M-099M-099Y-099M-14Y-0B
22 KACHU #1
CMSS97M03912T-040Y-020Y-030M-020Y-040M-4Y-2M-0Y
23 SOKOLL/WBLL1
PTSS02Y00021S-099B-099Y-030ZTM-040SY-040M-31Y-0M-0SY-0B-0Y
24 BAV92/SERI
CMSS96Y04084S-0Y-1B-93TLA-0B-0Y-106B-0Y-0Y-0Y-0Y
25 W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1
PTSS02B00102T-0TOPY-0B-0Y-0B-11Y-0M-0SY-0B-0Y
26 SOKOLL/WBLL1
PTSS02Y00021S-099B-099Y-099B-099Y-207B-0Y

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de días a espigamiento fue de 69.15, con una intervalo de 66 a 71 días; la línea FRANCOLIN #1 (CGSS01B00056T-099Y-099M-099M-099Y-099M-14Y-0B) fue una de las más precoces con 66 días, pero mostró uno de los mejores rendimientos, más no el mayor peso de mil granos. El promedio del peso de mil granos fue 41.50 g con un intervalo de 36.2 a 46.3 g. La línea SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU/4/SOKOLL/WBLL1 (PTSA08M00053S-050ZTM-050Y-50ZTM-010Y-0B) mostró el peso más alto con 46.3, seguida de las líneas VORB/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1 (PTSS11Y00143S-0SHB-099B-099Y-099B-099Y-22Y-020Y-0B) y W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1 (PTSS02B00102T-0TOPY-0B-0Y-0B-11Y-0M-0SY-0B-0Y) con 44.2. La variedad Borlaug 100 F2014 tuvo un peso de 41.6, mientras que la línea FRANCOLIN #1 fue la que presentó el menor peso con 36.2 g y fue la línea que ocupó el tercer lugar en rendimiento por parcela. El rendimiento medio de grano por parcela fue de 338.96 g, con un intervalo de 104 a 442 g (Figura 1). El mayor rendimiento de grano lo presentó la línea W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1 (PTSS02B00102T-0TOPY-0B-0Y-0B-11Y-0M-0SY-0B-0Y) con 442 g por parcela, seguida de las líneas SOKOLL (CMSS97M00316S-0P20M-0P20Y-43M-010Y) con 426 g y FRANCOLIN #1 (CGSS01B00056T-099Y-099M-099M-099Y-099M-14Y-0B) con 422 g.

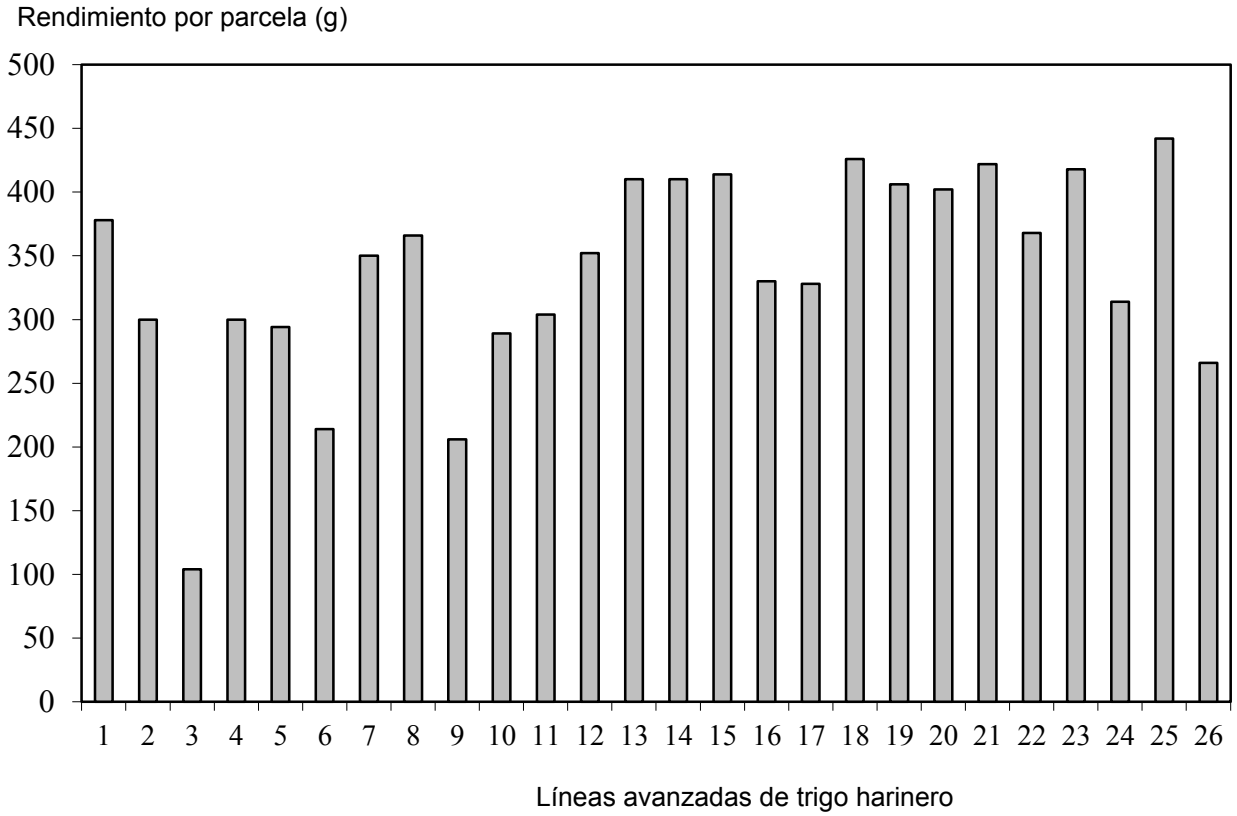


Figura. 1. Rendimiento de grano por parcela (g) de 25 líneas avanzadas y la variedad Borlaug 100 F2014 (No. 20) con adaptabilidad a estrés, sembradas el 16 de enero 2017, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2017-2018, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

CONCLUSIÓN

Las líneas W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1 (PTSS02B00102T-0TOPY-0B-0Y-0B-11Y-0M-0SY-0B-0Y), SOKOLL (CMSS97M00316S-0P20M-0P20Y-43M-010Y) y FRANCOLIN #1 (CGSS01B00056T-099Y-099M-099M-099Y-099M-14Y-0B) mostraron la mejor adaptación ante el ambiente de estrés con potenciales de rendimiento de grano de 5.52 t ha^{-1}, 5.32 y 5.27, respectivamente. FRANCOLIN #1 obtuvo el menor peso de mil granos y estuvo dentro del grupo de las líneas más precoces. La variedad Borlaug 100 F2014 presentó un rendimiento de 5.02 t ha^{-1}, 9.1% menos que la línea más rendidora.

BIBLIOGRAFÍA

Benavides, M.A. 2002. Ecofisiología y Bioquímica del Estrés de las Plantas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 195 p.

Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRP Pres Inc. Boca Raton, Florida, USA. 223 p.

Camacho-Casas, M.A., Chávez-Villalba, G., Fuentes-Dávila, G., Figueroa-López, P., Huerta-Espino, J., Villaseñor-Mir, H.E., Félix-Fuentes, J.L. y Ortíz-Monasterio, J.I, 2017. BORLAUG 100, variedad de trigo harinero para el noroeste de México. INIFAP, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Norman E. Borlaug. Folleto Técnico No. 100. Cd. Obregón, Sonora, México. 32 p. ISBN 978-607-37-0718-3.

Ehrlich, P.R., and Ehrlich, A.H. 1991. Healing the Planet: Strategies for Resolving the Environmental Crisis. Addison- Wesley Publishing Co., Inc. New York, USA. 366 p.

Figueroa-López, P., Fuentes-Dávila, G., Cortes-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.

García, E.1988. Modificaciones al sistema de classificación climática de Köppen. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Libros número 6. México, D.F. 90 p.

Kramer, P.J. 1983. Drought tolerance and water efficiency. In: Water Relations of Plants. Academic Press. New York, USA. pp. 390-415.

EVALUACIÓN DEL 5to CONSORCIO DE RENDIMIENTO DE TRIGO HARINERO EN FECHA TARDIA, EN EL VALLE DEL YAQUI EN EL CICLO 2017-2018

Ivón Alejandra Rosas-Jauregui, Guillermo Fuentes-Dávila, Carlos Antonio Ayón-Ibarra, José Luis Félix-Fuentes y Pedro Félix-Valencia

Campo Experimental Norman E. Borlaug INIFAP, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora, México CP 85000. Correo: rosas.ivon@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El Consorcio de Rendimiento de Trigo (WYC) realiza investigaciones sobre genética y fisiología del trigo para mejorar la estructura de las plantas, aumentar la resiliencia y la resistencia a las enfermedades del trigo y su potencial de rendimiento en México y en el exterior (CIMMYT, 2016). La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2016) es un contribuyente financiero importante para el WYC. Los principales objetivos del WYC son: Elevar el potencial de rendimiento del trigo en un 2% a nivel mundial, con el fin de aumentar el potencial de rendimiento en un 50% en 20 años, y aumentar la producción de trigo en un 10% en 10 años, 22% en 15 años y 1.7 millones de toneladas (50%) en 20 años, en la misma área dedicada actualmente a la producción de trigo en México.

El rendimiento potencial (RP) de un cultivo se define como el rendimiento obtenido por un genotipo sin limitantes de agua y nutrientes y que crece en ambientes con mínimo estrés (plagas, malezas y enfermedades) y con buenas prácticas agrícolas. En este sentido, para un genotipo definido, el RP está determinado por la disponibilidad de CO_2, la oferta de radiación solar y la temperatura del aire, denominados factores definidores del rendimiento. El máximo rendimiento alcanzable en secano (RAs) es aquel obtenido con la mejor combinación de tecnologías de manejo y de insumos, pero limitado por déficits de agua en algún momento del ciclo de acuerdo al régimen hídrico del área (Lobell *et al*., 2009). El objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño de las líneas que conforman el 5to consorcio de rendimiento de trigo harinero y de la variedad Borlaug 100 F2014, en la estación experimental Norman E. Borlaug, en una fecha de siembra tardía durante el ciclo de cultivo otoño-invierno 2017-2018.

MATERIALES Y MÉTODOS

La variedad comercial de trigo harinero Borlaug100 F2014 (Camacho-Casas *et al*., 2017) y 28 líneas avanzadas del 5to Consorcio de Rendimiento de Trigo harinero del CIMMYT (Cuadro 1), se sembraron el 16 de enero de 2017 en la Estación Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México, ubicado en la manzana 910 del Valle del Yaqui a 27° 22'04.64"

de latitud norte y 109° 55'28.26" longitud oeste, 37 msnm, con clima cálido [BW (h)] Y extremo caliente y seco [BS (h)], según la clasificación de Koppen modificada por García (1988). Las parcelas consistieron en una cama de 1 m de largo con dos hileras, de 0.80 m de separación con una densidad de semilla de 100 kg ha^{-1}. Las variables evaluadas fueron: a) espigamiento (días), b) peso de mil granos (g) y c) rendimiento de grano por parcela (g).

Cuadro 1. Líneas avanzadas del 5to Consorcio de Rendimiento de Trigo Harinero.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (465)/7/CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PTSS11Y00160S-0SHB-099Y-099B-099Y-1Y-020Y-0B
2	D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA(465)/7/CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PTSS11Y00160S-0SHB-099Y-099B-099Y-11Y-020Y-0B
3	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/7/CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PTSS11Y00163S-0SHB-099Y-099B-099Y-2Y-020Y-0B
4	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/6/BECARD PTSS11Y00179S-0SHB-099Y-099B-099Y-1Y-020Y-0B
5	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/6/BECARD PTSS11Y00179S-0SHB-099Y-099B-099Y-23Y-020Y-0B
6	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/6/BECARD PTSS11Y00179S-0SHB-099Y-099B-099Y-30Y-020Y-0B
7	SOKOLL//PBW343*2/KUKUNA/3/NAVJ07/7/CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PTSS11B00008S-0SHB-099Y-099B-099Y-2Y-020Y-0B
8	TACUPETO F2001/BRAMBLING*2//KACHU/3/MUNAL #1 PTSS11B00016S-0SHB-099Y-099B-099Y-6Y-020Y-0B
9	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (778)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PT12SHB00005T-099Y-099B-099Y-12B-020Y-0B-0B
10	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (778)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PT12SHB00005T-099Y-099B-099Y-22B-020Y-0B-0B
11	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (632)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PT12SHB00006T-099Y-099B-099Y-35B-020Y-0B-0B
12	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (632)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PT12SHB00006T-099Y-099B-099Y-42B-020Y-0B-0B
13	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PT12SHB00007T-099Y-099B-099Y-3B-020Y-0B-0B
14	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PT12SHB00007T-099Y-099B-099Y-5B-020Y-0B-0B
15	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PT12SHB00007T-099Y-099B-099Y-28B-020Y-0B-0B
16	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER PT12SHB00007T-099Y-099B-099Y-31B-020Y-0B-0B
17	CETA/AE.SQUARROSA (435)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER

	PT12SHB00008T-099Y-099B-099Y-11B-020Y-0B-0B
18	CETA/AE.SQUARROSA (435)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER
	PT12SHB00008T-099Y-099B-099Y-15B-020Y-0B-0B
19	CETA/AE.SQUARROSA (435)//2*BECARD
	PT12SHB00021T-099Y-099B-099Y-17B-020Y-0B-0B
20	CETA/AE.SQUARROSA (435)//2*BECARD
	PT12SHB00021T-099Y-099B-099Y-25B-020Y-0B-0B
21	CETA/AE.SQUARROSA (435)//2*BECARD
	PT12SHB00021T-099Y-099B-099Y-32B-020Y-0B-0B
22	CETA/AE.SQUARROSA (435)/5/2*UP2338*2/SHAMA/3/MILAN/KAUZ//CHIL/CHUM18/4/UP2338*2 /SHAMA
	PTSS12SHB00048T-0TOPB-099Y-099B-7Y-020Y-0B-0B
23	CETA/AE.SQUARROSA (435)/5/2*UP2338*2/SHAMA/3/MILAN/KAUZ//CHIL/CHUM18/4/UP2338*2 /SHAMA
	PTSS12SHB00048T-0TOPB-099Y-099B-11Y-020Y-0B-0B
24	CETA/AE.SQUARROSA (435)/5/2*UP2338*2/SHAMA/3/MILAN/KAUZ//CHIL/CHUM18/4/UP2338*2 /SHAMA
	PTSS12SHB00048T-0TOPB-099Y-099B-12Y-020Y-0B-0B
25	SOKOLL
	CMSS97M00316S-0P20M-0P20Y-43M-010Y
26	BORLAUG100 F2014
	CMSS06Y00605T-099TOPM-099Y-099ZTM-099Y-099M-11WGY-0B-0MEX
27	BAJ #1
	CGSS01Y00134S-099Y-099M-099M-13Y-0B
28	SERI/BAV92//PUB94.15.1.12/WBLL1
	PTSS09GHB00019S-0SHB-099Y-099B-14Y-0Y
29	MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN/4/PUB94.15.1.12/WBLL1
	PTSS09GHB00029S-0SHB-099Y-4Y-020Y-0MXI

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de días a espigamiento fue de 72 con una intervalo de 69 a 77 días; las líneas más precoces con 69 días fueron las que mostraron un rendimiento por encima de la media de 289.59 g, mientras que las líneas más tardías mostraron los rendimientos más bajos. Las líneas SOKOLL//PBW343*2/KUKUNA/3/NAVJ07/7/CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER (PTSS11B00008S-0SHB-099Y-099B-099Y-2Y-020Y-0B), 68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPSSQUARROSA(TAUS)/4/WEAVER (PT12SHB00007T-099Y-099B-099Y-31B-020Y-0B-0B) y CETA/AE.SQUARROSA(435)/7/2 *CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4 /WEAVER (PT12SHB00008T-099Y-099B-099Y-11B-020Y-0B-0B) fueron las más tardías con 77 días. El promedio del peso de mil granos fue 37.2 g con un intervalo de 31 a 47.3 g. La línea CETA/AE.SQUARROSA (435)//2*BECARD (PT12SHB00021T-099Y-099B-099Y-32B-020Y-0B-0B) mostró el peso más alto con 47.3 g, seguida de 68.111/RGB U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE. SQUARROSA (784)/6/BECARD (PTSS11Y00179S-0SHB-099Y-099B-099Y-1Y-020Y-0B) y 68. 111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA(778)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CN

DO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER (PT12SHB00005T-099Y-099B-099Y-12B-020Y-0B-0B) con 41.7 g. El rendimiento medio de grano por parcela fue de 289.59 g, con un intervalo de 110 a 362 g (Figura 1). El mayor rendimiento de grano lo presentó la línea CETA/AE.SQUARROSA (435)//2*BECARD (PT12SHB00021T-099Y-099B-099Y-32B-020Y-0B-0B) con 362 g por parcela, seguida de las líneas 68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/6/BECARD (PTSS11Y00179S-0SHB-099Y-099B-099Y-1Y-020Y-0B) y 68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (778)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPSSQUARROSA(TAUS)/4/WEAVER (PT12SHB00005T-099Y-099B-099Y-22B-020Y-0B-0B) con 358 g.

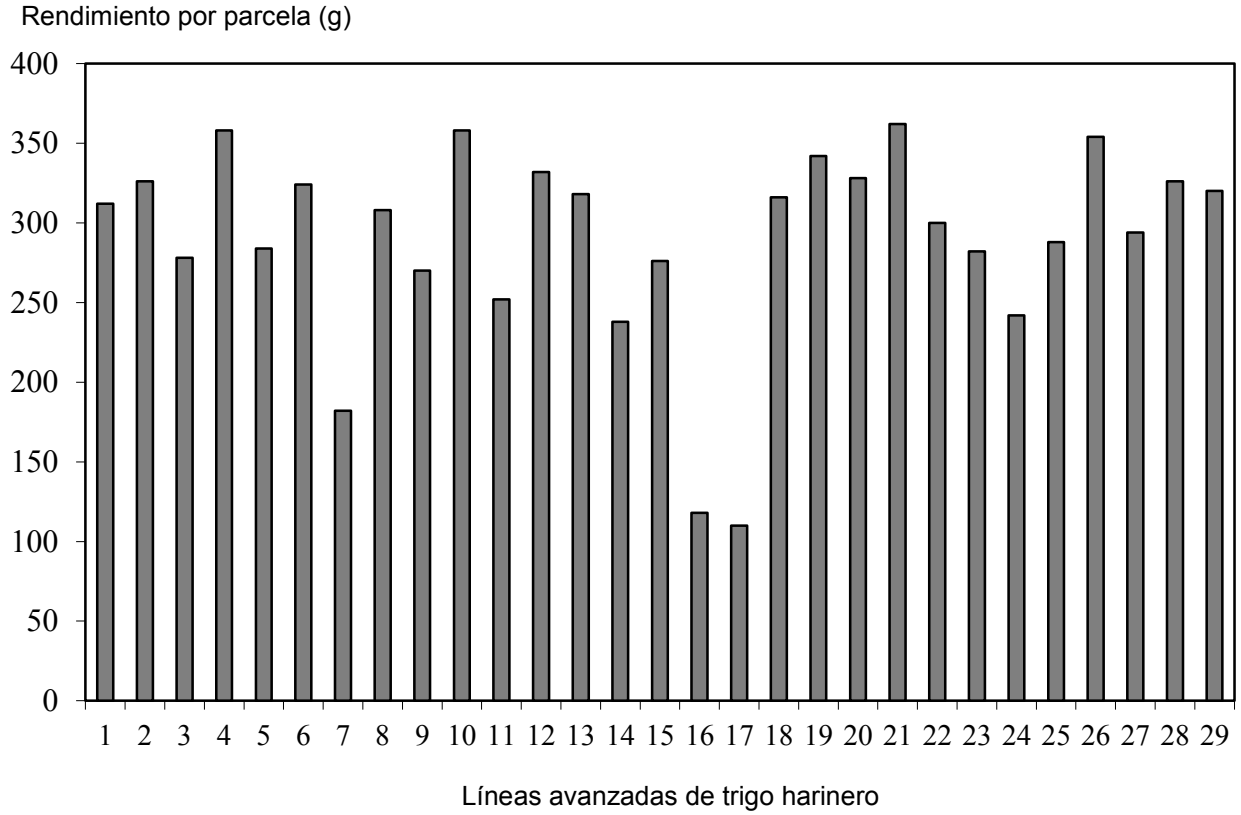


Figura. 1. Rendimiento de grano por parcela (g) de 28 líneas avanzadas del 5to Consorcio de Rendimiento de Trigo harinero y de la variedad Borlaug 100 F2014, en el ciclo de cultivo otoño-invierno 2017-2018, en el Valle del Yaqui, Sonora.

CONCLUSIÓN

En este trabajo se logró identificar algunas líneas con buena adaptación a condiciones de fecha de siembra tardía, como lo es CETA/AE.SQUARROSA(435)//2*BECARD (PT12SHB00021T-

099Y-099B-099Y-32B-020Y-0B-0B), 68.111/RGBU//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/6/BECARD (PTSS11Y00179S-0SHB-099Y-099B-099Y-1Y-020Y-0B) y 68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUA RROSA(778)/7/2*CHWL86/6/FILIN/IRENA/5/CNDO/R143 //ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPSSQUARROSA(TAUS)/4/WEAVER (PT12SHB00005T-099Y-099B-099Y-22B-020Y-0B-0B) que mostraron un potencial de rendimiento de 4.52 t ha^{-1} la primera y de 4.47 t ha^{-1} las otras dos. La variedad Borlaug 100 F2014 presentó un potencial de rendimiento de 4.42 t ha^{-1}, 2.2% menos que la línea más rendidora.

BIBLIOGRAFÍA

Camacho-Casas, M.A., Chávez-Villalba, G., Fuentes-Dávila, G., Figueroa-López, P., Huerta Espino, J., Villaseñor-Mir, H.E., Félix-Fuentes, J.L. y Ortíz-Monasterio, J.I, 2017. BORLAUG 100, variedad de trigo harinero para el noroeste de México. INIFAP, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental Norman E. Borlaug. Folleto Técnico No. 100. Cd. Obregón, Sonora, México. 32 p. ISBN 978-607-37-0718-3.

CIMMYT. 2016. Wheat Yield Consortium. http://www.cimmyt.org/project-profile/wheat-yield-consortium/. Consultado el 5 de Julio de 2016.

García, E.1988. Modificaciones al sistema de classificación climática de Köppen. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Libros número 6. México, D.F. 90 p.

Lobell, D., Cassman, K., Field, C. 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes and Causes. The Annual Review of Environment and Resources 34:179-204.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. http://www.sagarpa.gob.mx/English/Pages/Introduction.aspx. Consultado el 29 de junio de 2017.

COMPLEJO HORMONAL Y MICRONUTRIENTES EN MANDARINA EN TRES CICLOS DE EVALUACIÓN

Juan José Galván Luna*[1], Ma. Guadalupe Pérez Ovalle[1] Víctor Manuel Reyes Salas[1], Marco Antonio Bustamante García[1], y Fabiola Aureoles Rodríguez[1].

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México CP. 25315.

INTRODUCCIÓN

La citricultura es una de las actividades frutícolas de mayor importancia en el ámbito mundial. La mayor parte de la producción de los cítricos está concentrada en 10 naciones con 77% de la producción, destacando China y Brasil, con 42%, México ocupa el 4o lugar; la mayoría de estos países tienen importantes mercados locales que consumen gran parte de la producción. Veracruz es el principal estado productor de nuestro país, seguido de Tamaulipas, Michoacán, San Luis Potosí y Nuevo León, concentrando éstos 75% de la producción. Los rendimientos promedio a nivel nacional son más bajos en comparación con los promedios mundiales. La mayor parte de la producción es consumida en el mercado interno, el resto se exporta a América del Norte y algunos países de Sudamérica, principalmente en jugo y gajos envasados (Ruíz, 2016).

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 en tres ciclos de producción (2015 – 2017).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del sitio experimental

Los experimentos se realizaron en el periodo enero-diciembre 2015, enero-diciembre 2016 y enero-diciembre 2017, 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).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, 5 tratamientos con 4 repeticiones obteniendo un total de 20 observaciones en cada experimento, realizándose el ANVA, utilizando la prueba Tukey ($P \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS (2000). Los tratamientos fueron reportados por Galván *et al*., 2016.

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) que obtiene un incremento de 20.94 g inferior al de este experimento. Presentándose la misma tendencia en el experimento realizado en el segundo y tercer año de estudio.

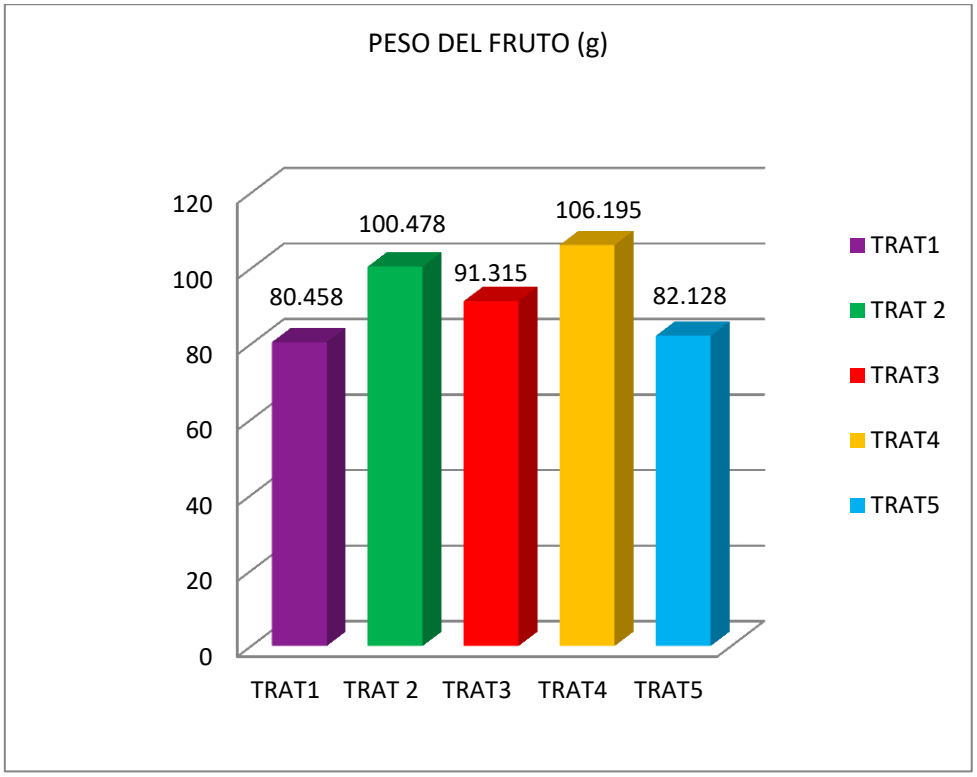


Figura 1. Peso del fruto en mandarina „dancy" en Montemorelos N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

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.

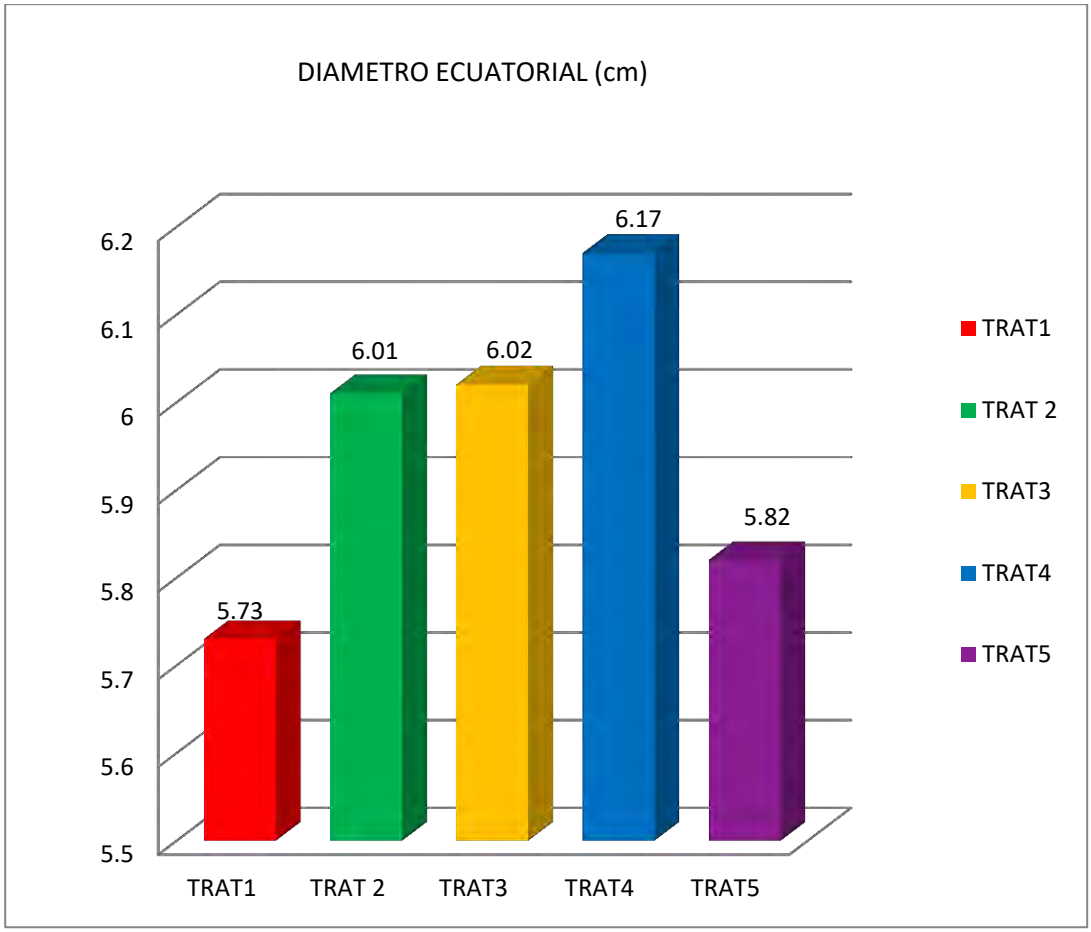


Figura 2. Diámetro ecuatorial del fruto en mandarina „dancy" en Montemorelos N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

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.

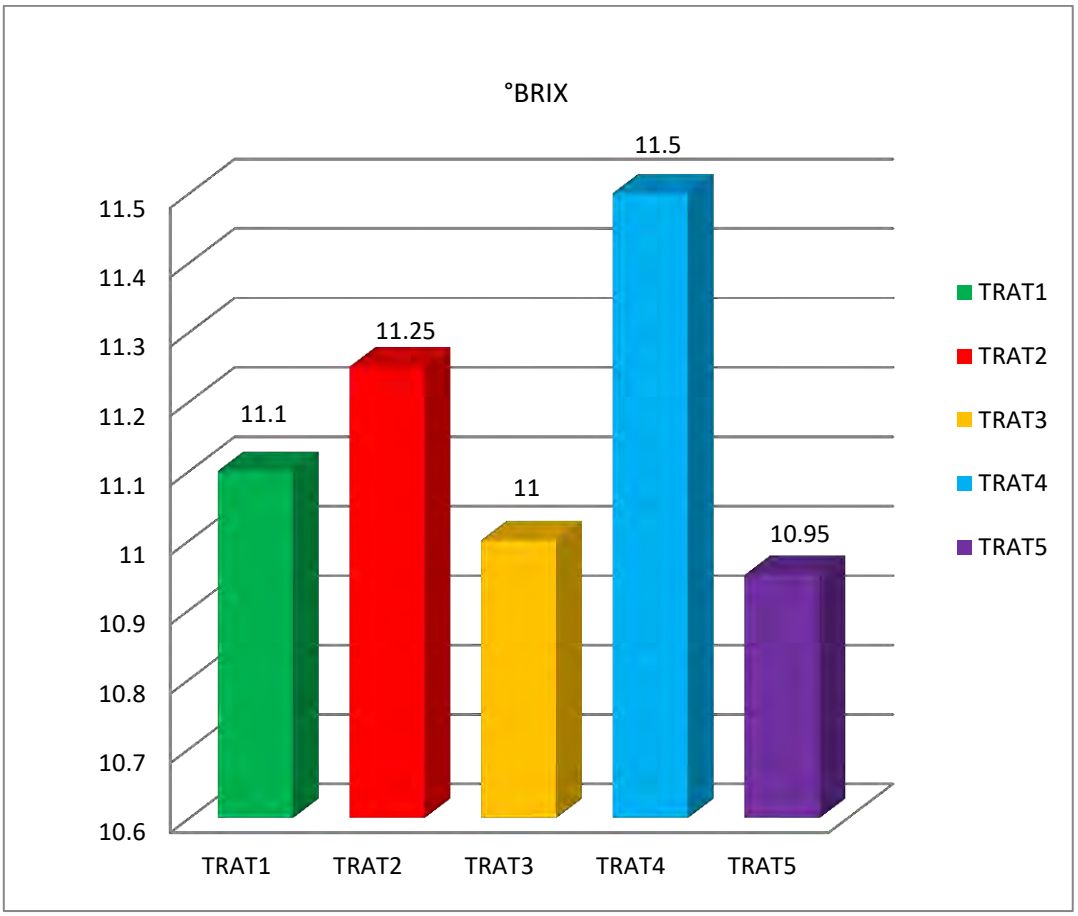


Figura 3. Contenido de sólidos solubles (°Brix) del fruto en mandarina „dancy" en Montemorelos, N. L. con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Cabe mencionar que en el segundo experimento se evaluaron otras variables como Grosor de la cáscara, Contenido y Volúmen de jugo y Vitamina "C", destacando nuevamente el tratamiento 4 como el de mejores resultados en grosor de la cáscara y vitamina "C".

CONCLUSIONES

Los efectos del complejo hormonal (Biozyme) y el micronutriente (Poliquel zinc), presentan efectos positivo y progresivo en algunos parámetros de calidad de la mandarina "dancy", encontrándose como mejores dosis 0.5 ml^{-1} de Biozyme y 2.0 ml^{-1} de Poliquel Zn. Encontrándose diferencias estadísticas significativas en las variables peso de fruto, diámetro

ecuatorial y volumen de jugo y diferencias altamente significativas en la evaluación de firmeza y grosor de cáscara del fruto.

BIBLIOGRAFIA

ARYZTA LifeScience, 2014. Catálogo de productos agroquímicos.

Galván L. J.J. M. A. Bustamante García, V. M. Reyes Salas, F. Aureoles Rodríguez, y M. G. Pérez Ovalle. 2016. Efecto de un complejo hormonal y micronutrientes en la mandarina dancy (Citrus reticulata Blanco var. Dancy). En Memoria de la 28ª. Semana Internacional de Agronomía. FAZ. UJED. Venecia, Durango.

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

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.

Ruíz Barreda J. de J. 2016. Retos y oprtunidades en el sector frutícola. https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Retos-y-oportunidades-en-el-sector-citricola-I-20160316-0006.html

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.

EVALUACION DE VARIEDADES DE TRIGO HARINERO Y DURO 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 % en condiciones de riego, de las cuales el sorgo ocupa una superficie de 700 mil ha y el maíz 90 mil ha (SIAP, 2018). El 70 % del sorgo se cultiva en condiciones de temporal y el 30 % en 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 y duro (CERIB-INIFAP, 2013). La superficie sembrada de trigo en Tamaulipas es muy variable y depende principalmente de las condiciones de humedad que existan para su siembra; en el período de 2013 a 2018 se ha sembrado un promedio anual de 3,446 ha, y ha variado de 845 ha en 2014, a 9,192 ha en 2015 (SIAP, 2018). 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, especialmente las variedades recomendadas. El paquete tecnológico actual incluye las variedades Norteña F07, Josecha F07 y Sauteña F01 (Cortinas *et al*., 2014, INIFAP, 2012 y 2015), sin embargo, existen otras variedades que pueden adaptarse a las condiciones del norte de Tamaulipas, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar diversas variedades de trigo harinero y duro en condiciones de riego para esta región agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció durante el ciclo O-I 2017/2018 en la localidad Campo Experimental Río Bravo (CERIB, 25°58`24” N, 98°00`58” O), ubicado en el municipio de Rio Bravo, Tamaulipas, en un suelo de textura franca con contenido medio de materia orgánica y pH 7.5, en condiciones de riego. Se evaluaron seis variedades de trigo harinero: Sauteña F01, Norteña F07 (INIFAP, 2007), Josecha F07 (testigos), Bacorehuis F2015, Conatrigo F2015 y Monarca

F07; y dos de trigo duro: Barobampo C2015 y Conasist C2015 (Villaseñor *et al*., 2012, Cortinas *et al*., 2016). La siembra se realizó el 20 de diciembre de 2017. La fertilización consistió en aplicar en presiembra 130 kg ha^{-1} de nitrógeno y 40 kg ha^{-1} de fósforo. 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 genotipos fueron evaluados bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela útil consistió en 2 surcos de 4 m de longitud y 20 cm de ancho. El manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones del paquete tecnológico para producir trigo, generado por el INIFAP (INIFAP, 2017; Cortinas *et al*., 2014). Se evaluó el comportamiento agronómico de los genotipos mediante el registro de datos como: días a floración y a cosecha, altura de planta, reacción a roya de la hoja según la escala utilizada por el CIMMYT (Roelfs *et al*., 1992, Cortinas y Villaseñor, 2014, Sánchez y Cortinas, 2009) y rendimiento de grano al 12 % de humedad. Los datos de rendimiento fueron procesados mediante análisis de varianza utilizando el Paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2017) y la comparación de medias con Tukey ($P<0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en las variedades de trigo evaluadas se presentan en el Cuadro 1. El rendimiento de grano se presentó en un rango de 2508 kg ha^{-1} en Norteña F07, a 4555 kg ha^{-1} en la variedad Conasist C2015, promediando 3464 kg ha^{-1} entre las ocho variedades evaluadas. El análisis de varianza (C.V.=11.9 %) efectuado para rendimiento detectó diferencia significativa entre las variedades evaluadas (Tukey, $P<0.05$), destacando las variedades de trigo duro Conasist C2015 (4555 kg ha^{-1}) y Barobampo C2015 (4227 kg ha^{-1}), y las de trigo harinero Sauteña F01 (3820 kg ha^{-1}) y Bacorehuis F2015 (3594 kg ha^{-1}) por haber obtenido el mayor rendimiento de grano y ser iguales estadísticamente (Tukey, $P<0.05$). Estas variedades presentan resistencia a roya de la hoja y adaptación a las zonas productoras del Noreste, Norte y Noroeste del país (Hortelano *et al*., 2016). El rendimiento promedio del trigo en Tamaulipas de 2013 a 2018, fue de 1686 kg ha^{-1} (SIAP, 2018); el rendimiento obtenido por los genotipos de trigo incluidos en el presente estudio fue de 3464 kg ha^{-1}, superior en 105 % al rendimiento promedio del trigo en Tamaulipas y muestra el buen potencial de los genotipos estudiados. Los días a floración se presentaron en un rango de 63 a 72 en las variedades Josecha F07 y Barobampo C2015, respectivamente, con un promedio de 68 días. Los días a madurez fisiológica variaron de 95 en Josecha F07, a 106 en Barobampo C2015, con una media de 100 días. Los días a madurez de cosecha se observaron en un rango de 108 a 119 días en las

variedades Josecha F07 y Barobampo C2015, respectivamente, con un promedio de 113 días. La altura de planta varió de 62 cm en Sauteña F01, a 74 cm en Conatrigo F2015 y Barobampo C2015, con un promedio de 70 cm. La reacción a roya de las variedades fue de moderadamente resistente (MR) a resistente (R).

Cuadro 1. Características agronómicas de ocho variedades de trigo bajo condiciones de riego. Campo Experimental Río Bravo, ciclo OI 2017/2018.

No.	Variedad	Características agronómicas							
		DF	DMF	DMC	ALT	Roya	kg ha^{-1}*	**	DE
1	Conasist C2015	69	104	117	73	R	4555	a	298
2	Barobampo C2015	72	106	119	74	R	4227	ab	360
3	Sauteña F01	69	100	113	62	MR	3820	abc	424
4	Bacorehuis F2015	70	103	109	73	R	3594	abcd	551
5	Conatrigo F2015	67	97	110	74	MR	3367	bcde	621
6	Josecha F07	63	95	108	70	MR	2922	cde	390
7	Monarca F07	64	96	109	66	MR	2719	de	227
8	Norteña F07	71	102	115	67	MR	2508	e	278
	Promedio	**68**	**100**	**113**	**70**		**3464**		

DF= Días a floración, DMF=Días a madurez fisiológica, DMC=Días a madurez de cosecha, ALT= Altura de planta en cm, MR= Moderadamente resistente, R= Resistente, DE= Desviación estándar.
*Al 12 % de humedad en el grano.
** Prueba estadística para rendimiento. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, P< 0.05=983).
C.V. para la variable rendimiento= 11.9 %.

CONCLUSIONES

Las variedades de trigo duro Conasist C2015 y Barobampo C2015 sobresalieron por haber obtenido el mayor rendimiento de grano: 4555 y 4227 kg ha^{-1}, respectivamente. Las variedades de trigo harinero que obtuvieron los mayores rendimientos fueron: Sauteña F01 y Bacorehuis F2015 con 3820 y 3594 kg ha^{-1}, respectivamente. Estas variedades mostraron buen desarrollo, rendimiento y adaptación en las condiciones de riego del norte de Tamaulipas, por lo que pueden incluirse en el paquete tecnológico de trigo para esta región.

.

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 MH. 2016. Evaluación de genotipos de trigo bajo condiciones de riego en el norte de Tamaulipas. II Congreso de investigación, Innovación y transferencia de tecnología Reynosa 2016. p 82.

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. p 74.

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 Río Bravo. INIFAP. CIRNE.

Hortelano, René, Martínez, Eliel, Villaseñor, Héctor E. y Morales, Víctor. 2016. Mejoramiento genético de trigo en México. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 2016, 3-6: 25-31.

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.

INIFAP. 2017. Paquetes tecnológicos para la producción agrícola en el norte de Tamaulipas. CERIB. CIRNE. INIFAP.

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

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.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Consultado 22-07-2018 en http://www.siap.sagarpa.gob.mx.

SAS Institute. 2017. SAS/PC System for Windows. Version 9.3. SAS Institute. Cary, N.C. USA.

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.

EVALUACIÓN DE VARIEDADES DE FRIJOL PINTO Y NEGRO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS

Héctor Manuel Cortinas Escobar[1*] y Jorge Alberto Acosta Gallegos[2]

[1*]Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carretera Matamoros-Reynosa, km 61, Río Bravo, Tamaulipas. C.P. 88900. [2]Campo Experimental Bajío, Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Guanajuato, C.P. 38010. *Autor para correspondencia: cortinas.hector@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

Las actividades de agricultura, ganadería y forestaría en la región agrícola del norte de Tamaulipas se desarrollan en un área aproximada al millón de hectáreas. En ésta región el cultivo de sorgo ocupa una superficie aproximada de 700 mil ha y el maíz se siembra en 90 mil ha (SIAP, 2018). La mayor parte de esta superficie se ubica en áreas de temporal (70 %) y el 30 % en riego. Hasta el 70 % del sorgo se cultiva en áreas de temporal y el 30 % con infraestructura de riego, mientras que el maíz se cultiva en condiciones de riego. El monocultivo de gramíneas (sorgo y maíz) es el principal sistema de producción agrícola del norte de Tamaulipas; este sistema puede ocasionar graves problemas fitosanitarios y deterioro de los suelos, de tal magnitud que llegan a reducir significativamente la rentabilidad de los cultivos (CERIB-INIFAP, 2013). Para evitar ésta situación es conveniente establecer un sistema de rotación con cultivos alternativos como el frijol. La superficie que se siembra de frijol en Tamaulipas es un promedio de 862 ha anuales de 2013 a 2017 (SIAP, 2018). Para apoyar la implementación de un sistema de producción y rotación de cultivos que incluya al frijol, es conveniente actualizar el paquete tecnológico de los cultivos mencionados, especialmente con respecto a las variedades que muestren alto potencial de rendimiento y se adapten a las condiciones de suelo y clima del norte de Tamaulipas (Cortinas, 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció durante el ciclo O-I 2017/2018 en el Campo Experimental Río Bravo (CERIB, 25°58`24" N, 98°00`58" O), ubicado en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas, en condiciones de riego, en un suelo de textura franca con contenido medio de materia orgánica y pH 7.5. Se formó un experimento de evaluación de cinco genotipos de frijol pinto y otro con siete genotipos de frijol negro, proporcionados por el Programa Nacional de Investigación de Frijol del INIFAP (INIFAP, 2012). Los genotipos de tipo pinto fueron: P. Anzalduas (testigo), L-80005, L-8006, L-8007 y L-8008, y los de tipo negro: N. Veridin, N. Tacana, N. Michigan, N. Huasteco-81 (testigo), L-279, N. Chapingo y N. Citlali (Cortinas *et al*., 2010, Cortinas y Acosta,

2016). Se aplicó un riego de presiembra con lamina de 15 cm el día 10 de febrero y la fecha de siembra fue el 22 de febrero. El diseño estadístico utilizado en cada experimento fue bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de tres surcos de 4 m de largo y 80 cm de separación. La densidad de siembra fue de 250 mil plantas ha^{-1} y se fertilizó en presiembra con 100 kg ha^{-1} de la fórmula 18-46-00. Se aplicaron dos riegos de auxilio (10 cm) en las etapas de prefloración y de llenado de grano. El manejo agronómico fue el recomendado por el INIFAP para frijol de riego en el ciclo O-I del norte de Tamaulipas (INIFAP, 2017). Los datos obtenidos fueron: días a floración y madurez fisiológica, número de vainas por planta, altura de planta, acame y rendimiento de grano en kg ha^{-1}. Los datos de rendimiento fueron procesados mediante análisis de varianza utilizando el Paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2017) y la comparación de medias con Tukey ($P<0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los datos obtenidos en el experimento de genotipos de frijol tipo pinto. El análisis de varianza efectuado para rendimiento (C.V.=7.3 %) detectó diferencia significativa entre los genotipos evaluados (Tukey, $P<0.05$). Los genotipos L-8005 (1781 kg ha^{-1}), L-8008 (1732 kg ha^{-1}), P. Anzalduas (1630 kg ha^{-1}) y L-8006 (1578 kg ha^{-1}), resultaron estadísticamente iguales y superiores a la línea experimental L-8007 (1263 kg ha^{-1}). El rendimiento se presentó con una variación de 1263 a 1781 kg ha^{-1} en las líneas experimentales L-8007 y L-8005, respectivamente, con un promedio de todo el ensayo de 1597 kg ha^{-1}. El rendimiento promedio del frijol de riego en Tamaulipas de 2013 a 2017, fue de 723 kg ha^{-1} (SIAP, 2018); el rendimiento obtenido por los genotipos de tipo pinto incluidos en el presente estudio fue de 1597 kg ha^{-1}, superior en 120 % al rendimiento promedio del frijol en Tamaulipas y muestra el alto potencial de los genotipos evaluados. Los días a floración variaron de 40 en las líneas L-8005, L-8006 y L-8008, a 43 en los genotipos L-8007 y P. Anzalduas, con un promedio de 41 días. Los días a madurez fisiológica se presentaron en un rango de 80 en P. Anzalduas, a 83 en las líneas L-8006, L-8007 y L-8008, con una media de 82 días. Los días a madurez de cosecha variaron de 92 en P. Anzalduas, a 95 en la línea L-8006, con un promedio de 94 días. El ciclo de los genotipos pintos se considera intermedio ya que muestran la madurez de cosecha entre 92 y 95 días (Cid *et al*., 2014). La altura de planta se presentó con una variación de 20 cm en P. Anzalduas, a 32 en L-8006 y L-8008, con promedio de 28 cm. El número de vainas por planta registró una variación de 8 en P. Anzalduas, a 13 en la línea L-8008, con un promedio de 11. El acame de planta se registró con una escala del 1 al 5, donde

1= planta erecta sin acame y 5= planta totalmente postrada. Todos los genotipos pintos presentaron acame 2, con excepción de la línea L-8006 que registró acame 1.

Cuadro 1. Características agronómicas de cinco genotipos de frijol pinto. Campo Experimental Río Bravo, ciclo OI 2017/2018.

No.	Genotipos	Características agronómicas								
		DF	DMF	DMC	Altura	V	Acame	kg ha^{-1}*	**	DE
1	L-8005	40	82	94	27	11	2	1781	a	78
2	L-8008	40	83	94	32	13	2	1732	a	98
3	P. Anzalduas	43	80	92	20	8	2	1630	a	80
4	L-8006	40	83	95	32	11	1	1578	ab	83
5	L-8007	43	83	94	30	11	2	1263	b	207
	Promedio	**41**	**82**	**94**	**28**	**11**	**2**	**1597**		

DF= Días a floración, DMF=Días a madurez fisiológica, DMC=Días a madurez de cosecha, ALT= Altura de planta en cm, V= No. de vainas por planta, DE=Desviación estándar.
*Al 12 % de humedad en el grano.
**Prueba estadística para rendimiento. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, P< 0.05=327).
C.V. para la variable rendimiento= 7.3 %

En los genotipos de color negro (Cuadro 2), el análisis de varianza efectuado para rendimiento (C.V.=11.4 %) detectó diferencia significativa entre los genotipos evaluados (Tukey, P<0.05). Los genotipos N. Citlali (2359 kg ha^{-1}), L-279 (2286 kg ha^{-1}), N. Chapingo (2070 kg ha^{-1}), N. Michigan-13, (1948 kg ha^{-1}), N. Tacaná (1786 kg ha^{-1}) y N. Huasteco-81 (1732 kg ha^{-1}), resultaron estadísticamente iguales y superiores a N. Veridin (1438 kg ha^{-1}). El rendimiento de grano se presentó con una variación de 1438 a 2359 kg ha^{-1} en N. Veridin y N. Citlali, respectivamente, con un promedio de 1946 kg ha^{-1}. El rendimiento promedio del frijol de riego en Tamaulipas (de 2013 a 2017) es de 723 kg ha^{-1} (SIAP, 2018); el rendimiento promedio de los genotipos de tipo negro evaluados en el presente estudio (1946 kg ha^{-1}) fue superior en 169 % al rendimiento promedio del Estado y muestra el potencial de los genotipos evaluados. Los días a floración variaron de 41 en N. Veridin, a 53 en N. Tacaná, N. Huasteco-81 y N. Chapingo, con un promedio de 50 días. Los días a madurez fisiológica se presentaron en un rango de 83 en N. Michigan-13 a 90 en Huasteco-81 y N. Chapingo, con una media de 87. Los días a madurez de cosecha variaron de 92 en N. Veridin, a 104 en N. Huasteco-81 y N. Chapingo, con un promedio de 100 días. El ciclo de estos genotipos negros se considera intermedio ya que muestran la madurez de cosecha entre los 92 y los 104 días (Cid *et al.,* 2014). La altura de planta se presentó con una variación de 27 cm en N. Veridin y N. Michigan-13, a 41 en N. Tacaná y N. Huasteco-81, con promedio de 34 cm. El número de vainas por planta registró una variación de

7 en N. Michigan-13, a 11 en N. Huasteco-81 y L-279, con un promedio de 10 vainas. El acame varió de 1 en N. Veridin a 3 en N. Citlali y N. Chapingo, con un promedio de 2.

Cuadro 2. Características agronómicas de siete genotipos de frijol negro. Campo Experimental Río Bravo, ciclo OI 2017/2018.

No.	Genotipos	Características agronómicas								
		DF	DMF	DMC	Altura	V	Acame	kg ha^{-1}*	**	DE
1	N. Citlali	52	89	103	34	10	3	2359	a	124
2	L-279	48	88	100	33	11	2	2286	a	48
3	N. Chapingo	53	90	104	38	10	3	2070	ab	318
4	N. Michigan-13	50	83	97	27	7	1	1948	ab	285
5	N. Tacaná	53	88	100	41	8	2	1786	ab	264
6	N. Huasteco-81	53	90	104	41	11	2	1732	ab	157
7	N. Veridin	41	78	92	27	10	1	1438	b	41
	Promedio	**50**	**87**	**100**	**34**	**10**	**2**	**1946**		

DF= Días a floración, DMF=Días a madurez fisiológica, DMC=Días a madurez de cosecha, ALT= Altura de planta en cm, V= No. de vainas por planta, DE=Desviación estándar.
*Al 12 % de humedad en el grano.
** Prueba estadística para rendimiento. Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, P< 0.05=633).
C.V. para la variable rendimiento= 11.4 %

CONCLUSIONES

Los genotipos de frijol pinto: L-8005 (1781 kg ha^{-1}), L-8008 (1732 kg ha^{-1}), P. Anzalduas (1630 kg ha^{-1}) y L-8006 (1578 kg ha^{-1}), resultaron estadísticamente iguales y superiores en rendimiento a la línea experimental L-8007 (1263 kg ha^{-1}). Con respecto a los materiales de frijol negro, los genotipos: N. Citlali (2359 kg ha^{-1}), L-279 (2286 kg ha^{-1}), N. Chapingo (2070 kg ha^{-1}), N. Michigan-13 (1948 kg ha^{-1}), N. Tacaná (1786 kg ha^{-1}) y N. Huasteco-81 (1732 kg ha^{-1}), resultaron estadísticamente iguales en rendimiento de grano y superiores a N. Veridin (1438 kg ha^{-1}). Por su buen potencial de rendimiento y adaptación a las condiciones de suelo y clima regionales, estos genotipos pueden contribuir a incrementar la producción de frijol del norte de Tamaulipas.

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. CIRNE.

Cid R, J. A.; Reveles H, M.; Herrera M. D. y Acosta G, J. A. 2014. Nuevas variedades de frijol para el estado de Zacatecas. Folleto Técnico No. 57. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 35 p.

Cortinas EHM. 2016. Rendimiento del frijol pinto americano en respuesta a la aplicación de tratamientos a la semilla. II Congreso de investigación, Innovación y transferencia de tecnología Reynosa 2016. p 76.

Cortinas EHM y Acosta GJA. 2016. Evaluación de genotipos de frijol pinto en Tamaulipas. Memorias del Congreso SOMEFI 2016. p 71.

Cortinas EHM. 2014. Evaluación de micorriza y *Trichoderma* en frijol en el norte de Tamaulipas. Memorias del III Congreso Nacional y II Internacional De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Toluca, Estado de México.

Cortinas-Escobar, H. M. 2006. Leguminosas comestibles, pp. 75-87. En: L. A. Rodríguez-del-Bosque (ed.), Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos. Libro Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tam., México. 325 p.

Cortinas-Escobar, H.M. Salinas GRA y Acosta GJA. 2010. Evaluación del rendimiento de grano de genotipos de frijol pinto y negro. Congreso RNIAF 2010. Campeche, Camp.

INIFAP. 2012. Programa Nacional de Investigación de Frijol y Garbanzo. INIFAP.

INIFAP. 2017. Paquetes tecnológicos para la producción agrícola en el norte de Tamaulipas. Campo Experimental Rio Bravo. INIFAP. CIRNE.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Consultado 22-07-2018 en http://www.siap.sagarpa.gob.mx.

SAS Institute. 2017. SAS/PC System for Windows. Version 9.3. SAS Institute. Cary, N.C. USA.

REACCIÓN AL CARBÓN PARCIAL (TILLETIA INDICA) DE VARIEDADES Y LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO CRISTALINO EN EL CICLO 2015-2016

Guillermo Fuentes-Dávila, Ivón Alejandra, Rosas-Jáuregui, Carlos Antonio Ayón-Ibarra, José Luis Félix-Fuentes y Miguel Alfonso Camacho-Casas

INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora 85000. Correo: fuentes.davila@gmail.com

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).

Fig. 1. Síntomas del carbón parcial en el grano del trigo y teliosporas del hongo *Tilletia indica*.

Esta enfermedad se reportó por primera vez en la India (Mitra, 1931); luego en Mexico (Duran, 1972), Pakistan (Munjal, 1975), Nepal (Singh *et al*., 1989), Los Estados Unidos (APHIS, 1996), Africa del Sur (Crous *et al*., 2001) y aparentemente en Afganistán (CIMMYT, 2011). El control de este organismo es difícil debido a que las teliosporas son resistentes a factores físicos y

químicos (Smilanick *et al*., 1988). El control químico se puede llevar a cabo mediante aplicación de fungicidas durante el período de floración (Salazar-Huerta *et al*., 1997; Fuentes-Dávila, 2007; Fuentes-Dávila *et al*., 2005, 2016); 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 veintisiete líneas avanzadas de trigo cristalino y tres variedades comerciales en uso en el noroeste de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Veintisiete líneas avanzadas de trigo cristalino y las variedades CIRNO C2008, Quetchehueca Oro C2013 y Baroyeca Oro C2013, se evaluaron para resistencia a carbón parcial durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2015-2016 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora a 27º22´3.01" N y 109º55´40.22" W en un suelo de textura arcillosa y pH de 7.8. Las fechas de siembra fueron noviembre 12 y 19, 2015, usando aproximadamente 8 g de semilla para un surco de 0.7 m de largo en cama de dos hileras sin repeticiones. Para preparar el inóculo (Fuentes-Dávila *et al*., 1993), las teliosporas se obtuvieron de granos de trigo infectados, los cuales se agitaron en una solución de tween 20 + agua en tubos de ensaye, se cribaron en malla de 60 µm y se dejaron reposar en agua durante 24 h. Luego, las teliosporas se colocaron en hipoclorito de sodio al 0.6% durante aprox. 2 min mientras se centifrugaban a 3,000 rpm, se decantaron y se agregó agua destilada estéril para remover el exceso de cloro mientras se centrifugaba nuevamente a 3,000 rpm, repitiendo esta última operación. Las teliosporas se sembraron en agar-agua al 2% bajo condiciones asépticas, utilizando una jeringa o pipeta estéril, se incubaron a 18-22°C hasta detectar germinación. Pedazos de agar-agua donde se detectaron teliosporas germinando, se colocaron invertidos en tapas de cajas Petri con papa-dextrosa-agar con el fin de estimular la producción de esporidios secundarios. Después de 9 días de crecimiento, se agregó agua esterilizada a las cajas Petri con colonias del hongo en desarrollo, se rasparon con una espátula esterilizada a la llama y la suspensión se transfirió a otras cajas Petri con PDA para incrementar el inóculo. Una vez que las cajas Petri estuvieron cubiertas con el hongo, cuadros de agar-agua-hongo se colocaron

invertidas en tapas de cajas Petri de vidrio esterilizadas, en el fondo de las cuales se colocó agua esterilizada y la colecta de esporidios secundarios se realizó diariamente con el fin de cuantificar usando un hematocímetro y ajustar la concentración a 10,000 por mL. Las inoculaciones se hicieron inyectando 1 mL de una suspensión de esporidios alantoides (10,000/mL) con una jeringa hipodérmica durante el embuche (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 22.5%, con un promedio de 3.9; cinco líneas y las variedades CIRNO C2008 y Quetchehueca Oro C2013 no presentaron granos infectados. El rango de infección para la segunda fue de 0 a 13.9%, con un promedio de 5.0, dos líneas no presentaron granos infectados. La línea HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37 /3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/2*SOOTY_9/RASCON_37/10/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4 /SORA/PLATA_12/5/STOT//ALTAR84/ALD/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV _1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9 no presentó granos infectados en ninguna de las dos fechas. La media de los tres porcentajes más altos de infección del testigo susceptible fue de 100%. Presentaron los porcentajes promedio más altos de infección de las dos fechas de siembra las líneas GUAYACAN INIA/GUANAY/8/GEDIZ/FGO//GTA/3/SRN_1/4/TOTUS/5/ ENTE/MEXI_2//HUI/4/YAV_1/3/LD357E/2*TC60//JO69/6/SOMBRA_20/7/JUPAREC2001/10/ TADIZ/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD _9 con 12.6, CIRNO C2008*2/BAIRDS con 10.1 y CNDO/VEE//PLATA_8/3/6*PLATA_11/6/ PLATA_8/4/GARZA/AFN//CRA/3/GTA/5/RASCON/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HU I/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/10/GUAYACAN INIA/GUANAY//PORRON_4/ BEJAH_7/3/VANRRIKSE_12/SNITAN con 9.6% (Fig. 2). Cinco líneas y las variedades CIRNO C2008 y Baroyeca Oro C2013 estuvieron en la categoría de infección 0.1-2.5%; CIRNO C2008 presentó el menor promedio de infección con 0.73%. En la categoría de infección 2.6-5.0% hubo doce líneas, en la categoría 5.1-10.0% hubo siete líneas y la variedad Quetchehueca Oro C2013 y dos líneas en la categoría 10.1-30.0%.

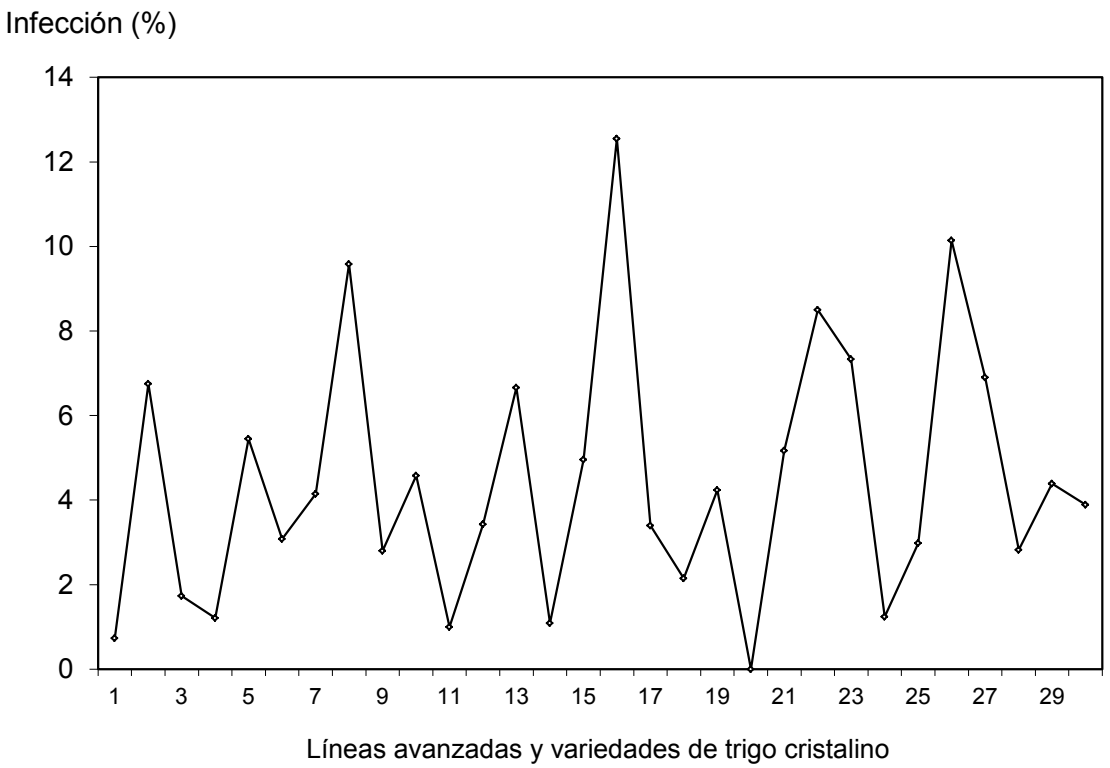


Figura 2. Porcentaje promedio de infección con carbón parcial en dos fechas, de 27 líneas avanzadas y 3 variedades de trigo cristalino, evaluadas bajo inoculación artificial en el ciclo 2015-2016, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, Mexico. 1= CIRNO C2008, 2= Quetchehueca Oro C2013, 3= Baroyeca Oro C2013.

Las líneas dentro de la categoría de infección 0.1-5.0% (Cuadro 1) se consideran como resistentes (Fuentes-Dávila y Rajaram, 1994) y poseen un alto potencial para ser usadas en mejoramiento como progenitores donadores del carácter de resistencia a la enfermedad. Las variedades de trigo harinero y cristalino que se han generado y liberado en la última década, ha sido en base a 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 trigos harineros, es importante que las progenies de mayor interés y líneas avanzadas de trigos cristalinos se evalúen en forma continua para asegurar que los bajos

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 2015-2016, en el Valle del Yaqui, Sonora, México, que presentaron menos de 5% de infección en ambas fechas.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	CIRNO C 2008 CGSS02Y00004S-2F1-6Y-0B-1Y-0B
2	BAROYECA ORO C2013 CDSS02B00643S-0Y-0M-1Y-4M-04Y-0B
3	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-0B
4	CF420S/4/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/5/CANELO_9.1//SHAKE_3/2*AJAIA_2/10/KOFA/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9 CDSS09B00030S-099Y-028M-4Y-4M-06Y
5	MOHAWK/6/LOTUS_5/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)/5/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/7/SORA/2*PLATA_12/3/SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/4/AJAIA_13/YAZI//DIPPER_2/BUSHEN_3 CDSS11Y00431S-099Y-032M-53Y-0M-06Y-0B
6	ADAMAR_15//ALBIA_1/ALTAR84/3/SNITAN/4/SOMAT_4/INTER_8/5/SOOTY_9/RASCON_37/6/BICHENA/AKAKI_7/4/LIS_8/FILLO_6/3/FUUT//HORA/JOR/5/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/7/ARMENT//2*SOOTY_9/RASCON_37/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN CDSS11Y00231S-099Y-018M-30Y-0M-06Y-0B
7	SWAHEN_2/KIRKI_8//PROZANA_1/4/ADAMAR_15//ALBIA_1/ALTAR84/3/SNITAN/9/GUAYACAN INIA/GUANAY/8/GEDIZ/FGO//GTA/3/SRN_1/4/TOTUS/5/ENTE/MEXI_2//HUI/4/YAV_1/3/LD357E/2*TC60//JO69/6/SOMBRA_20/7/JUPAREC2001/10/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLAT CDSS11Y00221S-099Y-044M-46Y-0M-06Y-0B
8	SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/3/GUANAY/5/NETTA_4/DUKEM_12//RASCON_19/3/SORA/2*PLATA_12/4/GREEN_18/FOCHA_1//AIRON_1/6/PLATA_6/GREEN_17/3/CHEN/AUK//BISU*2/5/PLATA_3//CREX/ALLA/3/SOMBRA_20/4/SILVER_14/MOEWE CDSS11Y00183S-099Y-025M-5Y-0M-06Y-0B
9	CIRNO C 2008*2/3/KNIPA/TAGUA//PLANETA/TRILE CMSS09Y01205T-099TOPB-099Y-099B-89Y-0Y

niveles de infección se deban a la resistencia genética y no a escapes a la enfermedad. En el 2017, Fuentes-Dávila *et al*. reportaron que la línea 1A.1D5+1-06/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/5/CF4-JS40//SOOTY_9/RASCON_37/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/9/CBC509CHILE/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR84/4/AJAIA_2/5/KJOVE_1/7/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/S no presentó granos infectados en ninguna de las dos fechas en las que se evaluó, y que cuatro líneas de trigo

cristalino estuvieron en la categoría de infección 0.1-2.5% y nueve en la categoría de infección 2.6-5.0%. También se requiere que los esfuerzos conjuntos entre el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en el Campo Experimental Norman E. Borlaug y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, continúen para asegurar niveles aceptables de resistencia al carbón parcial en los nuevos materiales promisorios de trigo cristalino, para producir un cultivo comercialmente viable para los productores del estado de Sonora y que satisfaga los requerimientos de la industria.

CONCLUSIONES

La línea HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/2*SOOTY_9/ RASCON _37/10/CHEN_1/TEZ/3/GUIL//CIT71/CII/4/SORA/PLATA_12/5/STOT//ALTAR84/ALD/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV _1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9 no presentó granos infectados en ninguna de las dos fechas.

La variedad comercial CIRNO C2008 presentó el menor promedio de infección con 0.73%

Cinco líneas y las variedades CIRNO C2008 y Baroyeca Oro C2013 estuvieron en la categoría de infección 0.1-2.5%. En la categoría de infección 2.6-5.0% hubo doce líneas.

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.

CIMMYT. 2011. Training to beat karnal bunt in Afghanistan. http://blog.cimmyt.org/tag/karnal-bunt/. Accessed March 1, 2014.

Crous, P.W., Van Jaarsveld, A.B., Castlebury, L.A., Carris, L.M., Frederick, R.D., and Pretorius, Z.A. 2001. Karnal bunt of wheat newly reported from the African continent. Plant Disease 85:561.

Durán, R. 1972. Further aspects of teliospore germination in North American smut fungi. II. Can. J. Bot. 50:2569-2573.

Fuentes-Dávila G. 2007. Chemical control of karnal bunt by foliar applications. Phytopathology 97(7):S37. Supplement.

Fuentes-Dávila G, Félix-Valencia P, Ayón-Ibarra CA, Figueroa-López P, Camacho-Casas MA, Félix-Fuentes JL, Chávez-Villalba G, and Rosas-Jáuregui IA. 2016. Biological effectiveness of several fungicides for control of karnal bunt (*Tilletia indica*) of wheat, in the field. Annual Wheat Newsletter 62:28-31.

Fuentes-Davila G, Rajaram S, Pfeiffer WH, Abdalla O, Van-Ginkel M, Mujeeb-Kazi A y Rodríguez-Ramos R. 1993. Resultados de inoculaciones artificiales del 5o. vivero de selección para resistencia a *Tilletia indica* Mitra. Rev. Mex. Mic. 9:57-65.

Fuentes-Davila, G., and Rajaram, S. 1994. Sources of resistance to *Tilletia indica* in wheat. Crop Protection 13:20-24.

Fuentes-Dávila, G., Rosas-Jáuregui, I.A., Félix-Fuentes, J.L., Camacho-Casas, M.A. y Chávez-Villalba, G. 2017. Reacción al carbón parcial (*Tilletia indica*) de variedades y líneas avanzadas de trigo cristalino en el ciclo 2014-2015. pp. 508-514. Memoria de la XXIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre 4-8, 2017. Gómez Palacio, Durango, México. 1139 p.

Fuentes-Dávila G, 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 DE TRIGO HARINERO EN EL CICLO 2015-2016

Guillermo Fuentes-Dávila, Ivón Alejandra Rosas-Jáuregui, Carlos Antonio Ayón-Ibarra, José Luis Félix-Fuentes y Miguel Alfonso Camacho-Casas

INIFAP, Campo Experimental Norman E. Borlaug, Apdo. Postal 155, km 12 Norman E. Borlaug, Cd. Obregón, Sonora 85000. Correo: fuentes.davila@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Más de 100 especies de hongos se pueden aislar de la semilla de trigo recién cosechada, incluyendo especies de los géneros *Alternaria*, *Fusarium* y *Helminthosporium*, los cuales son importantes en áreas con alta humedad relativa pudiendo causar infección en la semilla cuando la humedad relativa del medio ambiente es superior al 90% y el de la semilla al 20%. Durante la maduración de la semilla, la presencia de lluvia, así como la alta humedad que puede prevalecer durante los días previos a las cosecha favorecen el desarrollo de la enfermedad conocida como punta negra (Prescott *et al*., 1986; Watkins, 2013). La semilla en desarrollo expandiéndose es la más susceptible. La semilla que presenta senescencia prematura también es más propensa a desarrollar punta negra ya que muchos de los agentes causales son saprófitos (Wiese, 1987). Generalmente *Alternaria alternata* y *Bipolaris sorokiniana* son considerados como agentes primarios causantes de esta enfermedad (Mathur y Cunfer, 1993). Aunque las espigas infectadas pueden tener una apariencia normal, en el interior de las glumas se pueden presentar lesiones elípticas de color café a negras. La enfermedad es más pronunciada en áreas con un color café oscuro a negro, usualmente alrededor del embrión de la semilla (Fig. 1); las infecciones severas causan decoloración y chupado de la semilla. (Mathur y Cunfer, 1993).

La punta negra es una enfermedad endémica de trigo cristalino o duro y de trigo harinero en el sur de Sonora, 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 durante la evaluación de la semilla de las poblaciones segregantes, se descartan aquéllas que presentan punta negra o alguna otra enfermedad; sin embargo, no existe un programa diseñado y financiado específicamente para evaluar la punta negra en Sonora, tanto en introducciones, poblaciones segregantes y/o líneas avanzadas. Con el fin de contribuir en los trabajos de monitoreo de esta enfermedad, el objetivo de este trabajo fue evaluar la reacción de un grupo selecto de líneas avanzadas elite de trigo harinero a la punta negra bajo infección natural, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2015-2016.

Fig. 1. Manchado del grano de trigo característico de la punta negra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Veintiún líneas avanzadas de trigo harinero y las variedades comerciales Borlaug 100, Ónavas F2009, Roelfs F2007 y Villa Juárez F2009 se evaluaron para resistencia a la punta negra durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2015-2016 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui, Sonora a 27º22´3.01" N y 109º55´40.22" W en un suelo de textura arcillosa y pH de 7.8. Las fechas de siembra fueron noviembre 12 y 19, 2015, usando aproximadamente 8 g de semilla para un surco de 0.7 m de largo en cama de dos hileras sin repeticiones. La fertilización consistió en 150 kg/ha de urea antes de la siembra. Se aplicó un riego de germinación y tres riegos de auxilio durante el ciclo y al momento del primer riego de auxilio se aplicaron 100 kg/ha de urea. Treinta días después de la siembra, se aplicó el herbicida Situi® xl (metsulfuron metil) a dosis de 25 g/ha de producto comercial. La cosecha se hizo a mano y la evaluación mediante inspección visual contando el número de granos sanos e infectados en 10 espigas por línea, sin tomar en consideración el tamaño de las lesiones. De esta forma se calculó el porcentaje de infección. Las líneas avanzadas que se probaron se originaron del programa colaborativo CIMMYT-INIFAP.

RESULTADOSY DISCUSIÓN

El rango de infección para la primera fecha de siembra fue de 0 a 15.9%, con un promedio de 3.8; dos líneas no presentaron granos infectados, nueve líneas y Borlaug 100, Roelfs F2007 y Villa Juárez F2009 presentaron entre 0.1-2.5% de infección, cinco entre 2.6-5.0%, tres entre 5.1-10%, dos y Ónavas F2009 entre 10.1-30%. El rango de infección para la segunda fue de 0 a

8.0%, con un promedio de 1.8%; ocho líneas no presentaron granos infectados, nueve y Borlaug 100, Roelfs F2007 y Villa Juárez F2009 presentaron entre 0.1-2.5% de infección, Ónavas F2007 entre 2.6-5.0%, y cuatro entre 5.1-10%. El promedio de infección de cada línea y variedad en las dos 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 SAUAL/MUTUS/4/KACHU#1//WBLL1*2/KUKUNA/3/BRBT1*2/KIRITATI 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 dos fechas de siembra fueron: SOKOLL*2/3/BABAX/LR42//BABAX con 9.7%, ND643/2*WBLL1/5/PRL/2*PASTOR/4/CHOIX/ STAR/3/HE1/3*CNO79//2*SERI/6/PRL/2*PASTOR/4/CHOIX/STAR/3/HE1/3*CNO79//2*SERI con 7.9, ONAVAS F2009 con 7.4 y BABAX/LR42//BABAX/3/ER2000/4/2*MUNAL con 6.5%. Dentro de las categorías de infección en base al promedio de los datos de las dos fechas, una línea no presentó granos infectados, quince líneas estuvieron en la categoría 0.1-2.5%, cinco en la de 2.6-5.0% y cuatro en la de 5.1-10.0% (Fig. 3). El promedio general de infección del grupo de líneas y variedades fue de 2.8% con un rango de 0 a 9.7%, aunque algunas líneas presentaron porcentajes más altos de infección en las diferentes fechas como ND643/2*WBLL1/5/PRL/2*PASTOR/4/CHOIX/STAR/3/HE1/3*CNO79//2*SERI/6/PRL/2*PASTOR/4/CHOIX/STAR/3/HE1/3*CNO79//2*SERI que presentó un máximo de 15.9% y ONAVAS F2009 con 11.6%. 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. En el 2016, Fuentes-Dávila *et al*. reportaron que en el ciclo agrícola 2013-14, las líneas de trigo harinero que presentaron los porcentajes promedio más altos de infección de dos fechas de siembra fueron: SOKOLL*2/3/BABAX/LR42// BABAX con 31.46%, KISKADEE#1/CHYAK con 31.40, PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/ WBLL1*2/BRAMBLING con 17.45 y KACHU/3/T.DICOCCONPI94624/AE.SQUARROSA(409)// BCN/4/2*KACHU con 17.26%. En el 2017, Fuentes-Dávila *et al*. también reportaron que en el ciclo agrícola 2014-15, SOKOLL*2/3/BABAX/LR42//BABAX presentó un porcentaje de infección natural de 15.1%, PBW343//CAR422/ANA/3/ELVIRA 6.1, WHEAR/KUKUNA/3/C80.1/ 3*BATAVIA//2*WBLL1/4/2*WAXWING*2/KRONSTADF2004 5.4 y T. DICOCCONCI9309/AE.

SQUARROSA(409)//MUTUS/3/2*MUTUS 5.1%. Estos niveles de infección afectan la calidad del grano con la consecuente baja en el precio de venta.

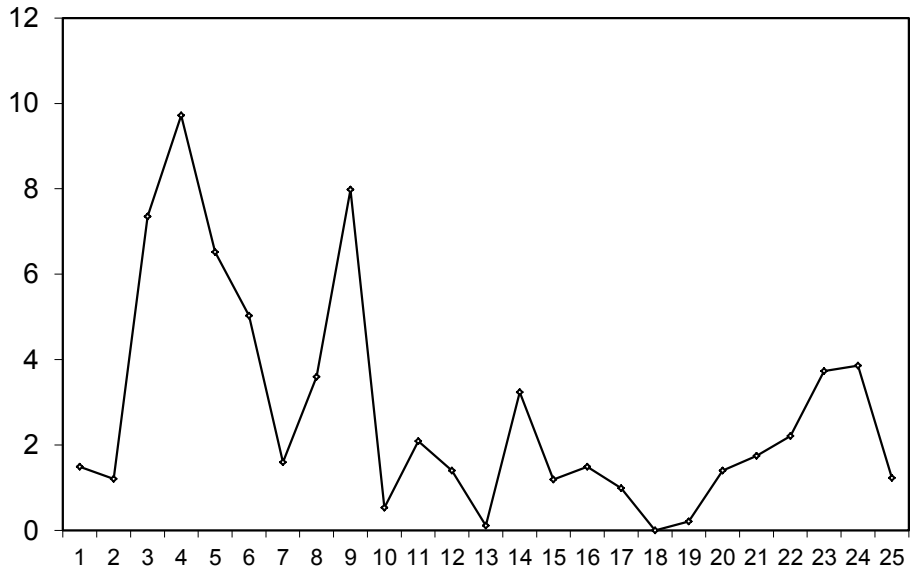


Figura 2. Porcentaje promedio de infección de dos fechas con punta negra, de 21 líneas avanzadas y 4 variedades comerciales de trigo harinero, evaluadas bajo condiciones naturales en el ciclo 2015-2016, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México. 1= Roelfs F2007, 2= Villa Juárez F2009, 3= Ónavas F2009, 7= Borlaug 100.

Cuadro 1. Líneas avanzadas de trigo harinero evaluadas en campo bajo inoculación natural con punta negra (*Alternaria* spp.) en dos fechas de siembra, durante el ciclo agrícola 2015-2016, en el Valle del Yaqui, Sonora, México, que presentaron porcentaje de infección menor a 1%.

No.	Pedigrí e historial de selección
1	SAUAL/MUTUS/4/KACHU #1//WBLL1*2/KUKUNA/3/BRBT1*2/KIRITATI CMSS11B00042S-099M-099NJ-099NJ-4RGY-0B
2	ROLF07/SAUAL/3/TRCH/SRTU//KACHU/4/ROLF07/SAUAL CMSS10B01019T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-31WGY-0B
3	KSW/SAUAL//SAUAL/3/REEDLING#1 CMSS11B00123S-099M-099NJ-099NJ-3RGY-0B
4	T. DICOCCON CI 9309/AE. SQUARROSA (409)//MUTUS/3/2*MUTUS CMSS08Y01129T-099M-099Y-3M-0Y-5M-0Y
5	BAV92//IRENA/KAUZ/3/HUITES/4/DOLL/5/SERI.1B//KAUZ/HEVO/3/AMAD*2/4/KIRITATI CMSS10Y00327S-099Y-099M-099NJ-099NJ-6WGY-0B

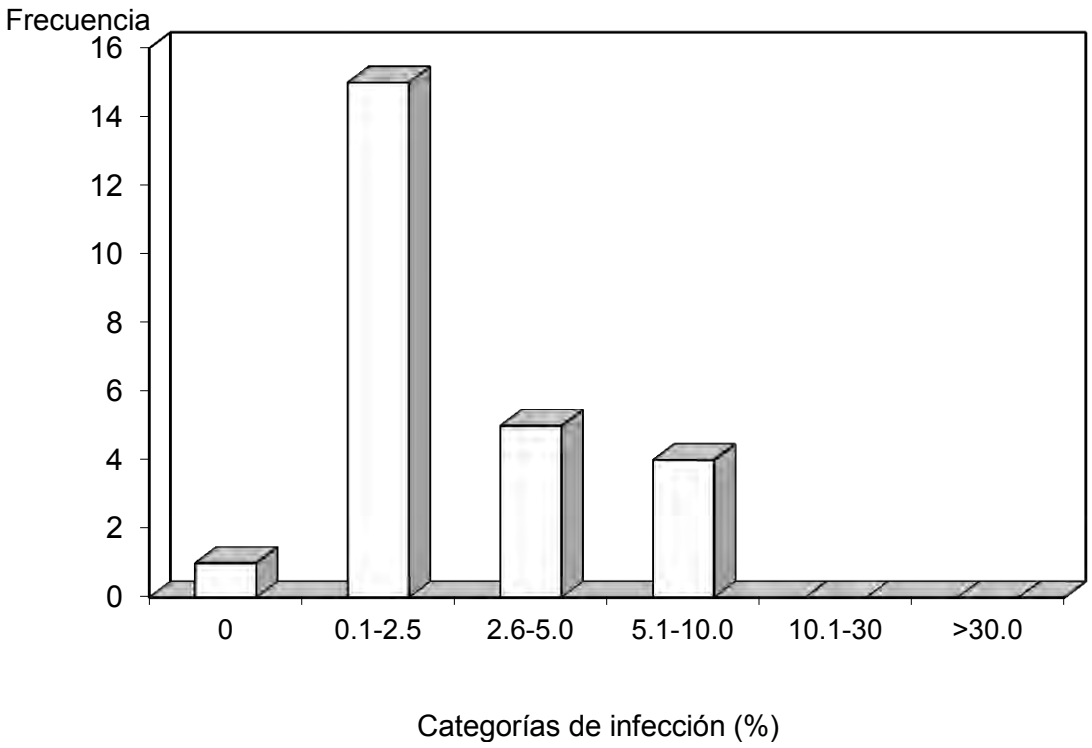


Figura 3. Categorías de infección (%) por punta negra, de líneas avanzadas y variedades comerciales de trigo harinero evaluadas bajo condiciones naturales en el ciclo 2015-2016, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug en el Valle del Yaqui, Sonora, México.

Aunque el promedio de infección del grupo de líneas evaluado en nuestro trabajo fue relativamente bajo (2.8%), 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.

CONCLUSIONES

La línea experimental de trigo harinero SAUAL/MUTUS/4/KACHU#1//WBLL1*2/KUKUNA/3/ BRBT1*2/KIRITATI no presentó granos infectados con punta negra en ninguna de las dos fechas de siembra.

Las líneas ROLF07/SAUAL/3/TRCH/SRTU//KACHU/4/ROLF07/SAUAL, KSW/SAUAL//SAUAL /3/REEDLING#1, T. DICOCCONCI9309/AE.SQUARROSA(409)//MUTUS/3/2*MUTUS y BAV92

//IRENA/KAUZ/3/HUITES/4/DOLL/5/SERI.1B//KAUZ/HEVO/3/AMAD*2/4/KIRITATI 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.

Fuentes-Dávila, G., Ayón-Ibarra, C.A., Félix-Valencia, P., Figueroa-López, P., Camacho-Casas, M.A., Félix-Fuentes, J.L., Chávez-Villalba, G. y Rosas-Jáuregui, I.A. 2016. Reacción a la punta negra (*Alternaria* spp.) de líneas avanzadas de trigo harinero en el ciclo 2013-2014. pp. 817-823. Memorias del XIX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Mexicali, Baja California, México. Octubre 27 y 28, 2016. 980 p.

Fuentes-Dávila, G., Rosas-Jáuregui, I.A., Félix-Fuentes, J.L., Camacho-Casas, M.A. y Chávez-Villalba, G. 2017. Reacción a la punta negra (*Alternaria* spp.) de líneas avanzadas de trigo harinero en el ciclo 2014-2015. pp. 475-480. Memoria de la XXIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre 4-8, 2017. Gómez Palacio, Durango, México. 1139 p.

Mathur, S.B., and Cunfer, B.M. 1993. Seed-borne Diseases and Seed Health Testing of Wheat. Danish Government Institute of Seed Pathology for Developing Countries. Hellerup, Denmark. 168 p.

Prescott, J.M., Burnett, P.A., Saari, E.E., Ramsom, J., Bowman, J., de Milliano, W., Singh, R.P., and Bekele, G. 1986. Wheat Diseases and Pests: A guide for field identification. CIMMYT. Mexico, D.F. 135 p.

Watkins, J.E. 2013. Black point disease of wheat. University of Nebraska-Lincoln. http://baylor.agrilife.org/files/2011/06/blackpointnebguide_2.pdf. Consultado el 23 de Mazo, 2014.

Wiese, M.V. 1987. Compendium of Wheat Diseases. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. 112 p.

PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DEL SORGO A DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD DEL SUELO

[1]Marco A. Inzunza Ibarra, [1]Ernesto A. Catalán Valencia, [1]Magdalena Villa Castorena y [2]Rutilo López López

[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

El mayor reto que enfrenta la agricultura bajo riego, es el incrementar la eficiencia del uso del agua, ya que la baja eficiencia genera escasez del recurso para el riego agrícola sobre todo en regiones áridas y semiáridas, que representa más del 50% del territorio nacional. Se requieren acciones de carácter científico que permitan revertir el problema, como el determinar el requerimiento de agua y en qué momento aplicarlos, tanto a los cultivos explotados actualmente como a los de nueva introducción, que sean más eficientes en la conversión del agua de riego a materia seca y grano. Esto es fundamental para realizar una evaluación económica del riego, el conocer la respuesta de los diferentes cultivos en su rendimiento comercial y su relación con el estrés hídrico y su uso del agua. La relación entre los requerimientos hídricos de los cultivos en su respuesta en producción de materia seca o grano es diferente de acuerdo a la deficiencia de agua durante sus ciclos de crecimiento, son generalmente complicadas el obtenerlas; sin embargo, ofrecen ser una herramienta poderosa para la toma de decisiones en el diseño racional y efectivo en la operación y el manejo de los sistemas de riego tanto a nivel parcelario como regional (Wagle *et al.*, 2016; Singh, 2014).

El sorgo para la producción de materia seca y grano es un cultivo importante en la agricultura de riego y temporal debido a que es tolerante a la sequía (Saadat y Homaee, 2015) y la estadística así lo muestra al ser explotado en México en 361,544 ha, con un rendimiento promedio de materia verde de 35.7 y 5.6 t ha^{-1} de grano por debajo de su potencial de rendimiento. Para el caso de Coahuila y Durango donde se encuentra la Región Lagunera, se cultivan alrededor de 19,855 ha (SIAP, 2018), siendo un cultivo en ascenso por sus características deseable en cuanto a ser eficiente en el uso del agua de riego. Es entonces importante estudios para encontrar la relación producción comercial del cultivo con sus necesidades de agua y así tener herramientas para realizar un mejor aprovechamiento del agua de riego en este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el lote experimental del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA INIFAP), ubicado en la Comarca Lagunera, en Gómez Palacio, Durango. El clima de la región es desértico, muy árido, con precipitación anual de 250 mm promedio, evaporación media anual de 2600 mm y temperatura media anual de 22^{o}C. Las lluvias son en verano, con lluvias invernales que representan de 5 a 10.2% del total anual (García, 2004). Previo al trabajo, se realizó un análisis del suelo de sus propiedades físicas y químicas donde los resultados ubican el suelo en la serie Coyote que es la más representativa de la región. Suelos profundos, Franco arcillo limosos a franco arcillosos. La investigación consistió de dos factores en estudio: la variación del contenido de humedad en el suelo en dos etapas de crecimiento del sorgo. El primer factor fue la variación del régimen de humedad del suelo en la etapa de emergencia a inicio de floración. El segundo factor fue la variación del régimen de humedad del suelo en la etapa de inicio de floración a maduración de grano. Los niveles de estudio para la primera etapa (de emergencia a inicio de floración) fueron: 40, 60, 80, 100 % de la humedad aprovechable consumida del suelo (HAC_1) por el sorgo. Similarmente, para la segunda etapa (inicio de floración a madurez fisiológica del grano), se ensayaron los mismos niveles de estudio (HAC_2). Se utilizó el diseño de tratamientos San Cristóbal para dos factores, en el cual se eligen solo siete tratamientos en forma estratégica de un total de 16 combinaciones del original 4x4. De acuerdo a este diseño de tratamientos las combinaciones resultantes ensayadas en el campo fueron siete diferentes niveles de abatimiento de la humedad aprovechable en el suelo en los primeros 90 cm de profundidad radicular del cultivo. Estos se muestran en el Cuadro 1. Los tratamientos fueron distribuidos de manera aleatoria en el campo, con base en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. A cada parcela o unidad experimental se le asignó una superficie de 20 m^2 (4 de ancho por 5 de largo). Para determinar y monitorear el contenido de agua del suelo y su variación a través el ciclo del cultivo en cada tratamiento, se utilizaron los métodos de reflectometría en el dominio temporal (TDR) previamente calibrado con el gravimétrico como método estándar para su calibración basado en la toma de muestras del suelo con barrenas tipo vehimeyer. La variedad del sorgo usada fue Genex 949 de aproximadamente 100 a 115 días a madurez del grano. La siembra se efectuó el 07 de abril del 2014, con una densidad de siembra de 350 mil plantas por ha aproximadamente o alrededor de 15 kg ha^{-1}, esta se realizó en húmedo y la emergencia inició el 14 del mismo mes. Para la fertilización se aplicó la fórmula 160-80-0. Las variables evaluadas fueron, el rendimiento de grano (Rg) y materia seca (MS) en t ha^{-1}, la humedad aprovechable consumida del suelo (HAC), la lámina de agua consumida. El

análisis de la información se realizó en base al análisis de varianza, prueba de comparación de medias (Tukey 5%) y del análisis de regresión.

Cuadro 1. Tratamientos de humedad del suelo ensayados en el cultivo del sorgo

Tratamiento	Etapa 1, de emergencia a inicio de floración (HAC_1)	Etapa 2, de inicio de floración a madurez del grano (HAC_2)
1	40	40
2	40	80
3	60	60
4	60	100
5	80	40
6	80	80
7	100	60

HAC_1 = Humedad aprovechable consumida en la etapa 1; HAC_2 = Humedad aprovechable consumida en la etapa 2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los valores del régimen de humedad a los que fueron sometidos los diferentes tratamientos al cultivo del Sorgo. El rango del contenido de la humedad aprovechable consumida fluctúo de 44 % en la etapa de siembra a inicio de floración en el tratamiento 40-40 y el 40-80, de condiciones de humedad no restrictivas a 100 % de la HAC para el tratamiento 60-100, de condiciones hídricas restrictivas. Para el caso de la lámina consumida por el sorgo, el mayor consumo de 55.8 en la primera etapa, se presentó en el tratamiento 40-40 de condiciones más húmedas que el resto, el menor consumo de 10.6 cm, se mostró en el tratamiento 60-100 de bajo contenido de humedad en la etapa reproductiva del sorgo. Se muestra el comportamiento del rendimiento de materia seca (t ha^{-1}) del sorgo, como respuesta a las condiciones diferentes de humedad del suelo en cada tratamiento ensayado en el campo. El análisis de varianza del Cuadro 3 mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($\alpha = 0.01$). La combinación del 40-40 tuvo un rendimiento promedio más alto, de 13.70 t ha^{-1}. Este valor de producción, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey (Figura 1), resultó estadísticamente diferente al resto de los tratamientos por ser significativamente más alto al resto de los tratamientos ensayados ($\alpha = 0.05$). Esta mayor producción fue obtenida al aplicar el riego al sorgo al 42 y al 40% de la humedad aprovechable consumida del suelo, en la etapa vegetativa y reproductiva del sorgo. Por otro lado, la

producción más baja se obtuvo en el tratamiento 60-100 que alcanzó un rendimiento promedio de 6.59 t ha^{-1}, y tuvo como característica crecer bajo condiciones extremas de estrés hídrico en el suelo, cercanas al punto de marchitez permanente en alguna de sus etapas estudiadas.

Cuadro 2. Contenidos de humedad, rendimientos y eficiencia de agua promedios de los tratamientos ensayados con sorgo.

Tratamiento	HAC_1 (%)	HAC_2 (%)	LC_1 (cm)	LC_2 (cm)	MS (t ha^{-1})	EUA (kg m^{-3})
40-40	42	40	55.8	37.0	13.70	1.47cd
40-80	42	78	55.8	15.2	9.85	1.39d
60-60	62	59	32.7	26.1	12.15	2.07a
60-100	62	100	33.4	10.6	6.59	1.50c
80-40	79	40	26.3	36.1	8.93	1.43cd
80-80	79	78	26.3	14.1	7.90	1.95b
100-60	97	59	21.3	27.1	7.18	1.48cd

HAC_1 y HAC_2 = Humedad aprovechable consumida en las dos etapas del sorgo; LC_1 y LC_2 = Lamina consumida en las dos etapas estudiadas; Ms= Rendimiento de materia seca del sorgo; EUA = Eficiencia de uso del agua (kg MS/m^3.

(Figura 1). De acuerdo al análisis de Tukey de comparación de medias mostrado en la referida gráfica, este tratamiento resultó ser estadísticamente inferior en rendimiento de MS con respecto al resto de los tratamientos. El análisis anterior permite concluir que los resultados muestran una respuesta lineal del rendimiento de MS del sorgo, por condiciones de diferentes regímenes de humedad del suelo al momento del riego. Es decir, un efecto lineal sobre el rendimiento de MS, debido a las condiciones estresantes tanto del déficit hídrico como de falta de oxígeno suficiente en las raíces, creado por condiciones húmedas en el suelo, generadas por los niveles de abatimiento de humedad estudiados.

Cuadro 3. Análisis de varianza y pruebas de F, para rendimiento de sorgo

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Bloques	3	0.083	0.027	0.44
Tratamientos	6	166.14	27.69	438.47**
Error	18	1.37	0.063	
TOTAL	27	167.36		

** Altamente significativo al nivel de probabilidad de 0.01. G.L. = Grados de libertad; CV = coeficiente de variación.

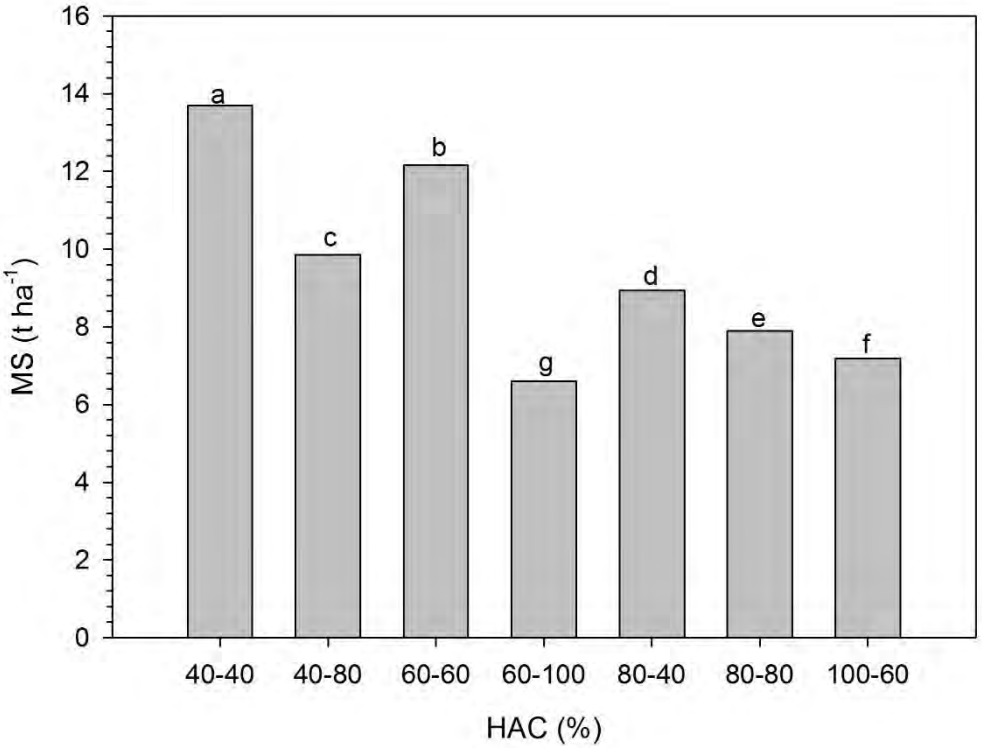


Figura 1. Respuesta del sorgo en materia seca a los tratamientos de humedad estudiados .

Por medio del procedimiento del análisis de regresión, se ajustaron los datos observados del rendimiento de MS del sorgo como variable dependiente y la evapotranspiración consumida (ET) como variable independiente, la función es la ecuación 1.

$$MS = 2.1515+0.1142*ET_1+0.1354*ET_2 \qquad R^2 = 0.71 \qquad CV = 14.6\% \qquad (1)$$

Donde los coeficientes de regresión de cada uno de los efectos lineales, fueron significativos por lo que contribuyen en el modelo a explicar la respuesta del sorgo en MS. De acuerdo a sus parámetros estadísticos del coeficiente de determinación (R^2) y del coeficiente de variación (CV), el modelo obtenido explica en forma satisfactoria el fenómeno representado.

De acuerdo a sus parámetros estadísticos encontrados el modelo ajustado en este estudio tiene una capacidad de predicción que resulta satisfactoria para este tipo de relaciones biológicas complejas donde intervienen diversos factores de la planta, del suelo y ambientales.

CONCLUSIONES

De acuerdo al modelo generado, que relaciona el rendimiento de materia seca del sorgo y los niveles de humedad del suelo, el cultivo maximiza su producción de materia seca de 13.7 t ha^{-1}

cuando es desarrollado a un déficit hídrico en el suelo de 42 y 40% de la humedad aprovechable consumida para la etapa vegetativa y reproductiva, respectivamente. La optimización de la función que relacionó la producción de MS del cultivo con la cantidad de agua consumida, deduce que el máximo rendimiento se presentó al consumir el cultivo 49.3 y 30.7 cm de agua durante la etapa vegetativa y reproductiva, respectivamente.

La mayor eficiencia productiva del agua de 2.07 kg m^{-3} de MS se mostró bajo condiciones hídricas de 62 y 59% de la HAC y un consumo de agua de 32.1 y 29.1 cm para la etapa vegetativa y reproductiva del sorgo, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

García E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Serie Libros Núm. 6. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F. 90 p.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Estadísticas de producción agrícola en México.Online:http://www.siap.mx (Julio 2018).

Saadat, S., Homaee M. 2015. Modeling sorghum response to irrigation water salinity at early growth stage. Agricultural Water Management 152:119-124.

Singh, A. 2014. Simulation–optimization modeling for conjunctive water use management. Agricultural Water Management.141:23-29.

Wagle,P., Kakani V.G., Huhnke R. L.. 2016. Evapotranspiration and Ecosystem Water Use Effi ciency of Switchgrass and High Biomass Sorghum. Agronomy Journal 108:1007-1019.

CALIDAD FISIOLOGICA DE SEMILLA EN GENOTIPOS DE CHILE JALAPEÑO

Hipólito Hernández-Hernández[1], David Sánchez-Aspeytia[2*], Moisés Ramírez Meraz[3], Mario Ernesto Vázquez-Badillo[4]

[1] Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Av. Ferrocarril s/n, Cd. Universitaria, Loma Bonita, OAX. [2] Campo Experimental Saltillo. INIFAP. Km 342 Carretera Saltillo-Zacatecas. 25315, Saltillo, Coahuila, México, [3] Campo Experimental las Huastecas, INIFAP, carret. Cd Victoria-Tampico, Altamira, Tamps. [4] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923. Colonia Buenavista, 25315, Saltillo, Coahuila. México. *Autor de correspondencia: aspeytia.david@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

Las semillas son estructuras que permiten la supervivencia del embrión en el período comprendido entre la maduración de la semilla y el establecimiento de plántulas para el inicio de la próxima generación (Koornneef *et al*., 2002). El crecimiento inicial de la semilla se debe a la división y al alargamiento celular que se completan en los primeros días de su formación, después se acumulan reservas en órganos de almacenamiento, lo cual disminuye el contenido de humedad porque las reservas sustituyen el agua de las células (Bradford, 2004). Las principales reservas en las semillas son los carbohidratos, lípidos, proteínas y una pequeña cantidad de fitín (Bewley *et al*., 2013).

Por su importancia, las semillas deben ser de calidad para el establecimiento de los cultivos, porque incrementa el rendimiento por unidad de superficie y define el éxito o la falla de un cultivo (Bewley y Black, 2000), en particular cuando éste se enfrenta a ambientes de producción estresantes. Según Moreno (1996), las determinaciones del vigor de la semilla son útiles para predecir el comportamiento de un lote cuando las condiciones del ambiente no son favorables para la germinación y emergencia de las plántulas. Los cuatro componentes que definen la calidad de la semilla son: la genética, fisiológica (Gregg y Billups, 2010), física y fitosanitaria. Para la calidad fisiológica en *Capsicum* se garantiza el rendimiento, la pungencia, la forma del fruto, el tamaño y el color (Wall *et al*., 2002). También implica la integridad de las estructuras y procesos fisiológicos que permiten a la semilla mantener índices altos de viabilidad (Moreno, 1996). Además determinan las diferencias en las evaluaciones de las plántulas (longitud media de plúmula y radícula, peso seco de plántulas) que pueden ser diferentes entre genotipos, entre y dentro de lotes de semillas. Esto se mostró en tres tipos de chile al extraerse de frutos maduros, y el peso de mil semillas, el peso volumétrico, el porcentaje y velocidad de germinación fueron estadísticamente distintos entre genotipos (Ayala *et al*., 2014). También hay

buena correlación entre el peso de la semilla y el tamaño de plántula y la producción de materia seca (Pablo *et al*., 2009), el porcentaje de germinación y peso seco de plántula (Álvarez *et al.,* 2011; Zepeda *et al*., 2002), la longitud de raíz y la longitud de la parte aérea de la plántula (Álvarez *et al.,* 2011).

Las semillas mejoradas son el medio para incrementar el rendimiento y la calidad de las cosechas, al servir como puente entre el mejoramiento genético y el productor, permitiendo alcanzar niveles competitivos en la producción (Espinosa *et al*., 2003). Los objetivos del presente estudio fueron evaluar la calidad fisiológica de semillas en seis genotipos de chile jalapeño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas de calidad de semilla se realizaron en el Laboratorio de Producción de Semillas de la UAAAN en Saltillo, Coahuila, México.

Para el estudio se utilizaron cinco genotipos generados por el INIFAP y una variedad comercial. Genotipo 1 denominado M, variedad de polinización abierta. Genotipo 2, Apache, variedad de polinización libre y de ciclo intermedio. Genotipo 3, Isabel, variedad de polinización libre y precoz. Genotipo 4, Chipo, híbrido de cruza simple, con mayor precocidad al primer corte. Genotipo 5, denominado 3x4, híbrido experimental y el Genotipo 6, 8x4, híbrido experimental, proporcionados por INIFAP-Chihuahua.

La evaluación de la calidad de semilla se realizó con la extracción de la misma a partir de los frutos maduros del ciclo 2014- 2015, con ayuda de un bisturí y guantes, después se lavaron con agua limpia y se eliminaron las semillas vanas, posteriormente se secaron de forma natural por dos días y se almacenaron durante 30 días en bolsas de papel. Se evaluó la variable de peso de mil semillas (PMS, g): se pesaron ocho repeticiones de 100 semillas en una balanza de precisión OHAUS y se calculó el peso correspondiente (ISTA, 2004). La prueba de germinación se condujo en una cámara germinadora a 25ºC, con 14 h luz (ISTA, 2004), colocadas en papel filtro Whatman No. 2 en cajas Petri y se aplicaron riegos con fungicida tecto 60, 2 g L^{-1}. Los tratamientos con cuatro repeticiones fueron: 1) KNO3 al 2%, 2) AG3 a 100 ppm y 3) testigo, agua solamente. A los 21 dias después de la siembra (dds) se contabilizaron las plántulas normales (germinación G), anormales (PA) y las semillas sin germinar (SSG); longitud de plúmula (LP) y radícula (LR): las plántulas normales se midieron con una regla métrica; peso

seco de plántulas (PSP): las plántulas normales se colocaron en bolsa de papel perforado y se secaron en una estufa a 70ºC por 24 horas, después se pesó con una balanza de precisión.

Con los datos se realizó un análisis de varianza con el procedimiento ANOVA, y la comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) con el software Statistical Analysis System (SAS, 2002, v 9.0).

RESULTADOS Y DISCUSION

Para peso de mil semillas (PMS) se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre genotipos (Cuadro 1). Estos resultados coinciden con los reportados por Ayala *et al*. (2014) y Pablo *et al.* (2009) al evaluar diferentes colectas de chile de agua de los valles centrales de Oaxaca. El genotipo 8x4 fue el que presentó mayor PMS, seguido de Isabel y 3x4. tal como se muestra en la Figura 1. También se encontraron diferencias significativas entre genotipos ($p \leq 0.01$) en todas las variables, excepto para PA ($p \leq 0.05$). Entre tratamientos se encontró diferencias estadísticas ($p \leq 0.01$) en LP y LR; y también en G, SSG y PSP, con 5% de probabilidad de error. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Herrera *et al*. (2011).

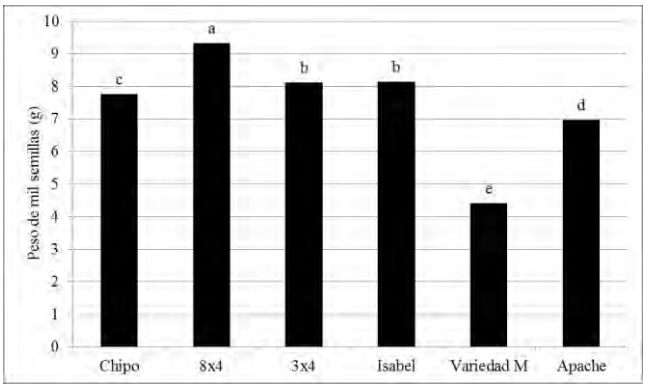


Figura 1. Peso de mil semillas en los genotipos evaluados. Promedios con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Los genotipos que presentaron mejor porcentaje de G fueron Isabel, 3x4, Chipo y 8x4 que alcanzaron alrededor del 80%, de estos, Chipo fue el que tuvo mayor porcentaje de PA, mientras que los genotipos que presentaron menor porcentaje en esta variable fueron M y Apache; aunque, también presentaron el mayor porcentaje de SSG. En cuanto a PSP, 8x4 y Chipo fueron los que presentaron mayor peso. 8x4 tuvo mayor LP, mientras que Apache la

menor longitud. En LR, Isabel presentó mayor longitud, mientras que M y Apache la menor longitud. Se observó que 8x4, 3x4 e Isabel presentaron mayor PSP, LP y acumulación de materia seca que el resto de los genotipos, por lo que estos resultados son similares a los reportados por Pablo *et al*. (2009) y Gutiérrez *et al*. (2006). Los tratamientos de AG_3 y KNO_3 influyeron en la G, PSP, LP y LR con respecto al testigo. El AG_3 y KNO_3 promovieron la germinación, ya que los genotipos 8x4 e Isabel mostraron un incremento de 20% con respecto al testigo (Figura 2). Esto se debió a que las giberelinas indujeron la expresión de los genes que codifican las proteínas y enzimas que participan en la movilización de reservas almacenadas durante el proceso de germinación (Tigabu y Odén, 2001).

Cuadro 1. Comparación de medias para las variables de germinación y vigor, de semillas extraídas de los frutos cosechados.

	G (%)	PA (%)	SSG (%)	PSP (mg)	LP (cm)	LR (cm)
			Genotipos			
Isabel	83.6a	6.6 b	9.6 b	0.81 c	2.48bc	**7.79a**
3x4	82.0a	7.3ab	10.6 b	0.87 c	2.79 b	5.83bc
Chipo	80.0a	**9.6a**	10.3 b	1.93 b	2.40cd	6.62 b
8x4	77.3a	7.6ab	15.0 b	**2.51a**	**3.17a**	5.63 c
Var. M	40.6 b	6.3 b	**53.0a**	0.78 c	2.58bc	3.64 d
Apache	36.3 b	8.0ab	**55.6a**	0.48 c	2.08 d	4.14 d
Media	**66.6**	**7.6**	**25.7**	**1.23**	**2.58**	**5.61**
Tukey (0.05)	6.68	2.71	5.70	0.49	0.35	0.86
			Tratamientos			
KNO_3	**69.33a**	7.66a	23.00b	1.15 b	2.38 b	**6.37a**
AG_3	**67.66a**	7.00a	25.33 b	**1.44a**	**2.92a**	5.80 b
Testigo	63.00 b	8.16a	**28.83a**	1.09 b	2.45 b	4.66 c
Media	66.66	7.61	25.72	1.23	7.75	5.61
Tukey (0.05)	3.84	1.56	3.27	0.28	0.20	0.50

Valores promedio con letras distintas en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey, p≤0.05); G = germinación; PA = plántulas anormales; SSG = semilla sin germinar; PSP = peso seco de plántula; LP = longitud de plúmula; LR = longitud de radícula.

Por otra parte, el KNO_3 es un cofactor que promueve la síntesis o disponibilidad de receptores de luz rojo lejano y/o giberelinas en la regulación de la latencia de las semillas (Bradford, 2004).

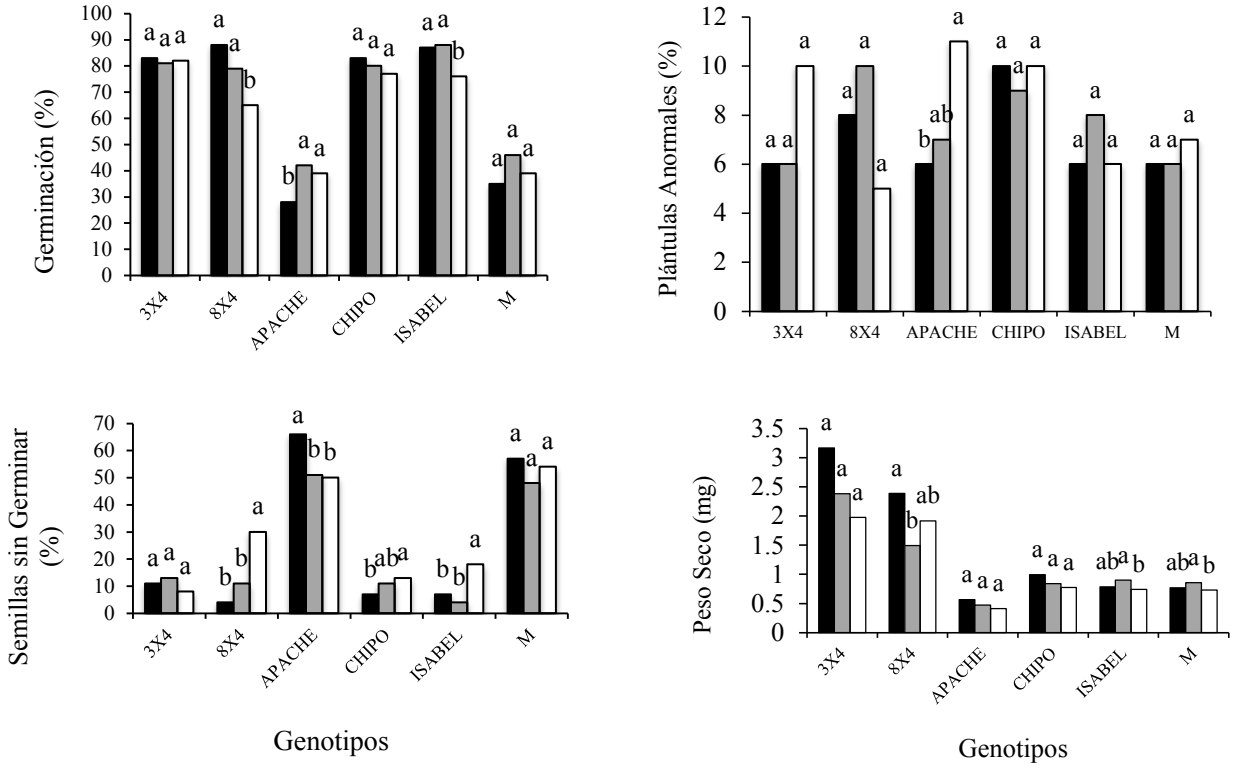


Figura 2. Evaluación de la calidad fisiológica de seis genotipos de chile jalapeño con tres tratamientos pre-germinativos (■ Ácido Giberélico, ■ Nitrato de Potasio y □ Testigo). Promedio con diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey, p≤0.05).

En LP, el tratamiento que más influyó fue AG_3 para 3x4, 8x4, Chipo y M; únicamente Isabel fue superada por el testigo. La LR se incrementó con AG_3 y KNO_3 en los genotipos 3x4, 8x4 e Isabel con respecto al testigo, para Chipo y Apache el KNO_3 promovió mayor crecimiento en comparación al AG_3 y testigo (Figura 3), resultados similares a los encontrados por Ruiz *et al*. (2008), quienes indicaron que el AG_3 incremento la longitud de plúmula en semillas de chile ancho

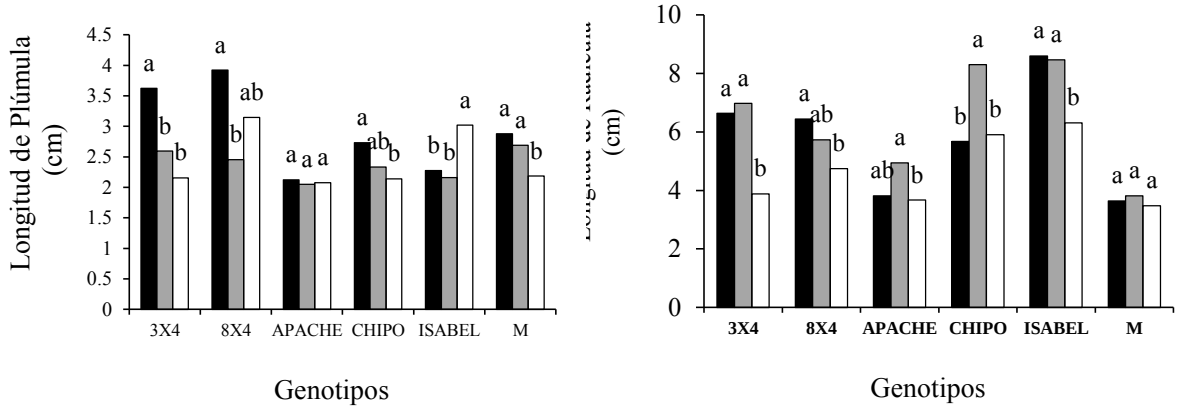


Figura 3. Evaluación de la longitud de plúmula y radícula en seis genotipos de chile jalapeño con tres tratamientos pre-germinativos. (■ Ácido Giberélico, ■ Nitrato de Potasio y □ Testigo). Promedios con letras diferentes en una columna son estadísticamente diferentes (Tukey, p≤0.05).

CONCLUSIONES

Los genotipos 8x4, 3x4 que son híbridos experimentales tuvieron comportamientos de mejor calidad de semillas al igual que Isabel al tener mayor peso de semilla, longitud de plúmula y peso seco. El genotipo 8x4 se considera como un hibrido experimental con potencial de mercado. El AG_3 y KNO_3 en la dosis aplicada favorece la germinación y el vigor de las semillas de chile jalapeño.

BIBLIOGRAFIA

Álvarez, M. A., S. J. Martínez, J. E. Rodríguez P., y M. G. Peña O. 2011. Relación entre pruebas de calidad fisiológica de semillas de jitomate (*Solanum Lycopersicum* L.) con el establecimiento en almácigo. Rev. Chapingo Serie Hort. 17(2):57-62.

Ayala, V. M., O. J. Ayala G., V. H. Aguilar R. y T. T. Corona. 2014. Evolución de la calidad de semilla de *Capsicum annuum L*. durante su desarrollo en el fruto. Rev. Fitotec. Mex. 37(1):79-87.

Bewley, J. D. and M. Black. 2000. Seed technology and its biological basis. Sheffield Academic Press Ltd. Sheffield, England. 419 p.

Bewley, J. D., K. J. Bradford, W. M. Hilhorst H., and H. Nonogaki. 2013. Seeds: physiology of development, germination and dormancy. Third edition. 96 pp.

Bradford, K. J. 2004. Seed production and quality. Departament of vegetable crops. University of California. Davis, California, U.S.A. 134 pp.

Gutiérrez G., A. S., A. Carballo C., J. A., Mejía C., M. Vargas H., R. Trethowan y H. E. Villaseñor M. 2006. Caracterización de trigos harineros mediante parámetros de calidad física y fisiológica de la semilla. Rev. Agric. Téc. Méx. 32(1):45-55.

Gregg, B. R. and G. L. Billups. 2010. Seed conditioning, technology, part A. Enfield, NH, USA: Science Publishers. 2:818-834.

Herrera, C. C., G. Carrillo C., V. A. González H., J. A. Carrillo S., C. B. Peña V. y J. R. García N. 2011. Tratamientos químicos para recuperar la germinación en semillas de cebolla. Rev. Chapingo Serie Hort. 17(2):63-72.

ISTA (International Seed Testing Association). 2004. International rules for seed testing. Rules 2004. ISTA editions, Zurich, Switzerland. 243 p.

Koornneef, M., L. Bentsink, and H. Hilhorst. 2002. Seed dormancy and germination. Current Opinion in Plant Biology. 5:33-36.

Moreno M., E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Tercera Ed. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. 393 p.

Pablo, C. E., J. A. Mejía, A. Carballo C., G. García, G., V. H. Aguilar y T. Corona. T. 2009. Calidad de semilla en colectas de chile de agua (*Capsicum annuum* L.) de los Valles Centrales de Oaxaca, México. Agric. Téc. Méx. 35(3):257-266

Espinosa, A., M. Sierra y N. Gómez. 2003. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. Agron. Mesoam. 14:117-121.

Ruiz T., N. A., F. Rincón, B. Canales, R. H. Lira, R. Hernández y J. J. López. 2008. Efectos de tratamientos orgánicos pre-germinativos en la germinación de semillas y vigor de plántulas de chile ancho. ***In***: Ruiz, N. A. y R. H. Lira (eds). Tecnologías sustentables en semillas. Primera edición. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., México. 156-170 pp.

SAS. Statistical Analysis System institute. 2002. SAS/SAT user guide versión 9.0. SAS Institute Inc. Cary, N.C.

Tigabu, M. and P. C. Odén. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose Albizia species from Ethiopia. Seed Science and Technology 29:11-20.

Wall, A. D., R. Kochevar and R. Phillips. 2002. Chile seed quality. New México chile task force. Report 4. New Mexico State University and US Departament of Agriculture. 6 pp.

SELECCIÓN DE LÍNEAS MEJORADAS DE FRIJOL CON VALORES ALTOS DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL GRANO EN DURANGO

Rigoberto Rosales Serna[1*], Hilario Flores Gallardo[1], Arely Consepción Estrada Flores[2], Cynthia Adriana Nava Berumen[3] e Ixchel Abby Ortiz-Sánchez[2]

[1]INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango - El Mezquital km 4.5. Durango, México. C. P. 34170. [2]Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Carretera Durango - México km 22.5. Villa Montemorelos, Durango, México. C. P. 34371. [3]Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango - El Mezquital km 11.5. Durango, México. C. P. 34170. *(rosales.rigoberto@inifap.gob.mx)

INTRODUCCIÓN

El estado de Durango sobresale en la generación de variedades de frijol con alto impacto desde el punto de vista productivo y comercial en México. El programa de mejoramiento genético de frijol del INIFAP ha generado líneas mejoradas con diferente tipo comercial de grano y adaptación para condiciones de riego y temporal (secano) (Rosales *et al.,* 2017). Dichas líneas mejoradas pueden utilizarse para el incremento de la productividad y competitividad del cultivo de frijol en Durango. Sin embargo, es necesaria la validación del germoplasma mejorado en condiciones de campo (validación interna) y luego en terrenos de productores cooperantes (validación externa), para seleccionar las variedades que cumplan con los requerimientos de los agricultores, comerciantes, industriales y consumidores. Los agricultores requieren variedades precoces, resistentes a enfermedades, con alto rendimiento, grano de comercialización fácil y precio alto. El consumidor demanda un producto de calidad visual alta, tiempo de cocción reducido y sabor agradable (palatabilidad aceptable) (Rosales *et al.,* 2014).

Actualmente, se tienen en Durango avances considerables en el mejoramiento genético del frijol, ya que se cuenta con variedades y líneas con características deseables en precocidad, rendimiento y calidad comercial del grano, así como, para la tolerancia de algunos patógenos causantes de enfermedades como son la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) (Rosales *et al.,* 2009). El germoplasma mejorado incluye líneas dentro de las clases comerciales de mayor importancia en México, con la finalidad de diversificar la producción y abastecer el déficit observado en el caso de grano pinto, flor de mayo, negro (opaco y brillante) y alubia (blanco). No obstante, se espera facilitar la comercialización del grano producido en Durango y al mismo tiempo mejorar el beneficio económico obtenido por los productores agrícolas dedicados al cultivo del frijol.

Los productores de frijol en Durango han manifestado la necesidad de incrementar el tamaño del grano en la variedad „Pinto Saltillo", debido a que el valor registrado en dicha variedad (<35 g por 100 semillas) reduce su aceptación en el mercado nacional e internacional. Por ello, se

han generado líneas y variedades mejoradas de frijol pinto con tamaño de grano mediano y grande (35 a 45 g por 100 semillas) (Rosales *et al.,* 2015). También, se han desarrollado líneas dentro de otras clases comerciales de grano con importancia económica y social en México, como es el caso de negro opaco (Jamapa), flor de mayo y alubia. Dichas líneas carecen de validación en ambientes múltiples, lo cual limita su dominio de recomendación para siembras comerciales de frijol en Durango. Con base en lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar un grupo de 14 líneas mejoradas de frijol con base en el rendimiento y calidad del grano, cuando son cultivadas bajo condiciones de riego en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembró un grupo de 14 líneas mejoradas de frijol con diferente tipo comercial de grano: pinto (PT, 7), negro opaco (NGO, 4), alubia (AL, 2) y flor de mayo (FM, 1). La siembra se realizó el 21 de junio de 2017. Se utilizaron franjas apareadas y la parcela experimental consistió en seis surcos de 25 m de longitud y 0.81 m de separación. El sitio experimental se localiza en las coordenadas geográficas: 23° 59‟ 15” N, 104° 37‟ 17” O y una altitud de 1,879 m. El suelo predominante es del tipo franco-arcilloso con capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH 7.9 (moderadamente alcalino) y contenido pobre de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. El clima predominante es templado semiárido [BS_1 kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para dicha variable es de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al.,* 2005).

Se realizaron dos escardas, una aplicación de herbicida (Imazetapir, Pivot®) y dos deshierbes manuales, para mantener el cultivo libre de maleza. La fertilización se aplicó durante la siembra con la dosis recomendada por el INIFAP para el frijol de riego (35-50-00, para N-P_2O_5-K_2O). Se aplicaron dos riegos de auxilio para evitar el estrés hídrico severo de las plantas de frijol. Durante el desarrollo de las plantas de frijol se registró el número de días a floración y madurez fisiológica, contabilizados en días después de siembra (DDS). En madurez fisiológica se tomaron cinco muestras (muestreo sistemático) para determinar el rendimiento de grano (kg ha^{-1}) y peso de 100 semillas (g). Las cinco muestras para la determinación del rendimiento, consistieron de dos surcos de 5 m de longitud con una separación de 0.81 m (8.1 m^2).

En el laboratorio se realizó el análisis químico proximal del grano cosechado en 2017, con base en las recomendaciones de la AOAC (1990). El análisis químico proximal incluyó el contenido de cenizas, grasa cruda, fibra cruda, proteína cruda y extracto libre de nitrógeno (ELN). La

cantidad de cenizas se cuantificó mediante la incineración de los residuos de cada muestra a 550 °C. El contenido de grasa se estableció con el método de extracción continua en el aparato Soxhlet, con éter de petróleo como solvente (AOAC, 1990). La fibra cruda se determinó después de digerir las muestras, libres de grasa, en soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y luego de la calcinación de los residuos (AOAC, 1990). El contenido de proteína se midió con base en el método micro-Kjeldahl, multiplicando el valor de nitrógeno total por el factor de 6.25 (AOAC, 1990). El ELN (carbohidratos solubles) fue calculado mediante la sustracción, con respecto al 100 %, de las fracciones: proteína cruda, cenizas, extracto etéreo y fibra cruda, expresadas con base en el peso seco.

El análisis de varianza para el rendimiento y peso de 100 semillas se realizó en un diseño completamente aleatorio con cinco repeticiones y la comparación de medias se obtuvo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). En el caso del análisis químico proximal de grano se utilizó el diseño completamente aleatorio con dos repeticiones, por línea mejorada de frijol. El análisis de varianza y la comparación de medias fueron obtenidos con el paquete estadístico SAS® Ver. 9.4 (SAS Institute Inc., 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio para la floración fue de 51 DDS y 110 DDS para la madurez fisiológica (Cuadro 1). Las variaciones observadas en la fenología se relacionaron con las condiciones climáticas y el tipo de germoplasma utilizado, debido a que durante 2017 se incluyeron testigos, que presentaron floración y madurez tardía (Rosales *et al.,* 2004a), como fue la variedad „Flor de Mayo Media Oreja" con floración a los 58 DDS y madurez 125 DDS. Sobresalieron por su precocidad a floración la línea PT14061 (46 DDS) y para la madurez fisiológica las líneas PT14029, PT14036 PT14061 y la variedad „Negro 80 25" (todas con 100 DDS). Se observó que el germoplasma de grano pinto mostró ciclo biológico corto, aunque se observaron otros materiales de grano negro opaco con precocidad a floración y madurez. A pesar de lo anterior, en 2017 la duración del ciclo biológico en las líneas de grano pinto registró un mayor promedio en comparación con otras variedades de frijol, como es el caso de „Pinto Centauro" (Rosales *et al.*, 2015), la cual madura entre 81 DDS y 97 DDS. El incremento en el número de días a madurez se debió al uso de progenitores sensibles al fotoperiodo y con ciclo biológico de intermedio a tardío („Pinto Saltillo" y „Negro San Luis") (Rosales *et al.,* 2004a).

Cuadro 1. Características evaluadas en diferentes líneas y variedades de frijol cultivadas en Durango durante el ciclo agrícola P-V 2017.

Línea/variedad	Floración ([1]DDS)	Madurez (DDS)	Rendimiento (kg ha^{-1})	Peso de 100 Semillas (g)

[2]NGO14035	51	110	3,695[a]	31.7[hi]
„Negro 80 25‟	48	100	3,357[ab]	25.5[k]
NGO14014	52	115	3,281[abc]	35.8[g]
PT14069	47	102	3,159[abcd]	43.2[cde]
NGO14013	51	118	3,078[abcde]	34.7[gh]
PT14053	52	110	2,965[abcdef]	42.8[cde]
PT14055	52	110	2,757 [abcdef]	42.4[cdef]
FM14011	52	117	2,731[bcdef]	42.0[def]
PT14029	49	100	2,390[cdefgh]	43.2[cde]
PT14036	48	100	2,362[cdefgh]	45.5[c]
PT14061	46	100	2,238[defghi]	49.0[b]
„Pinto Saltillo‟	48	102	2,185[efghi]	40.7[ef]
„FM Media Oreja‟	58	125	2,091[fghi]	39.3[f]
„Negro Verdín‟	48	105	2,037[ghi]	29.2[ij]
NGO14063	54	120	1,951[ghi]	28.1[jk]
PT14059	47	102	1,834[ghi]	49.1[b]
„Negro San Luis‟	52	120	1,723[hi]	32.6[gh]
„Bayo Victoria‟	51	110	1,406[ij]	54.4[a]
ALGDE	56	120	571[j]	44.6[cd]
AL14008	52	107	561[j]	51.1[ab]
Promedio	51	110	2,319	40.0

[1]DDS = días después de la siembra; [2]NGO =negro opaco, PT = pinto, FM = flor de mayo y AL = alubia (blanco). [a-j]Letras en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Se obtuvieron diferencias significativas ($p \leq 0.0001$) entre las líneas evaluadas para el rendimiento y peso de 100 semillas (Cuadro 1). El rendimiento promedio más alto se obtuvo en la línea NGO14035 (3,695 kg ha^{-1}), aunque resultó estadísticamente similar al testigo Negro 80 25 (3,357 kg ha^{-1}) y el grupo de líneas NGO14014 (3,281 kg ha^{-1}), PT14069 (3,159 kg ha^{-1}), NGO14013 (3,078 kg ha^{-1}), PT14053 (2,965 kg ha^{-1}) y PT14055 (2,757 kg ha^{-1}). El rendimiento alto, observado en todas las líneas mejoradas de frijol se relacionó con el uso de progenitores genéticamente distantes (Darkwa *et al.,* 2016; Da Silva *et al.,* 2017), ambiente favorable para el cultivo de frijol en siembras tempranas (junio) (Jiménez y Acosta, 2013) y riego aplicado de forma oportuna (Rosales y Flores, 2017). El nivel de rendimiento más bajo registrado en las líneas ALGDE (alubia grande) y AL14008 se relacionó con la susceptibilidad a enfermedades virales (BCMV) e insectos plaga, como el picudo de la vaina (*Apion* spp.). El nivel de rendimiento de grano más alto registrado en algunas de las líneas evaluadas deberá corroborarse en siembras comerciales establecidas en Durango. Se observó que el uso de progenitores genéticamente distantes como „Negro San Luis‟, „México 332‟ y „Pinto Claro‟, así como la obtención de cruzas múltiples favorecieron el vigor y rendimiento de las líneas obtenidas en este ciclo de selección (Darkwa *et al.,* 2016; Da Silva *et al.,* 2017).

El tamaño de la semilla mostró los valores más altos en la variedad Bayo Victoria (54.4 g por 100 semillas) y la línea AL14008 (51.1 g por 100 semillas). Por su parte, el tamaño de semilla más bajo se registró en la variedad testigo „Negro 80 25" (25.5 g por 100 semillas) resultando estadísticamente igual a la línea de grano negro opaco NGO14063 (28.1 g por 100 semillas). El tamaño de la semilla en la variedad „Negro 80 25" cumplió parcialmente con los requisitos impuestos por el mercado de frijol negro opaco pequeño („Jamapa"), cuyo peso debe situarse entre 18 y 25 g por cada 100 semillas (CIAT, 1987; Guzmán *et al.,* 2009). Las líneas evaluadas mostraron valores distintos y en algunos casos, demasiado altos para los estándares comerciales (Guzmán *et al.,* 2009), lo cual puede limitar su aceptación en el mercado.

Todas las líneas y variedades resultaron estadísticamente iguales para el contenido de los compuestos nutrimentales del grano de frijol (Cuadro 2). El contenido de cenizas (minerales) fluctuó entre 3.5 % („Flor de Mayo Media Oreja") y 5.0 % (PT14069 y „Negro Verdín"); proteína cruda de 20.5 % (NGO14025) a 25.1 % (PT14059); grasa cruda entre 1.2 (PT14059 y PT14061) y 2.2 % (NGO14035); fibra cruda de 1.9 (NGO14013) a 4.4 % (FM14011) y ELN entre 65.8 % (FM14011) y 71.2 % (PT14061). Los resultados obtenidos fueron similares a otros estudios realizados en grano de frijol, en los cuales se obtuvieron valores para el contenido de cenizas entre 3.8 y 4.1 %, proteína entre 21.0 y 26.4 % y grasa entre 0.9 y 1.7 % (Aguirre y Gómez, 2010). Aunque los valores fueron bajos para fibra cruda con niveles entre 1.4 a 2.8 % y ELN entre 51.5 y 57.2 % (Aguirre y Gómez, 2010). Los valores observados en el germoplasma mejorado resultaron similares a los niveles presentes en las variedades cultivadas actualmente en Durango. Con lo anterior, se mantienen las propiedades nutricias de las líneas mejoradas y al mismo tiempo será posible obtener nivel mayor de rendimiento y calidad alta de grano.

Cuadro 2. Resultados del análisis químico proximal en diferentes líneas mejoradas de frijol cultivadas en Durango, México durante el ciclo agrícola P-V 2017.

Línea/Variedad	Cenizas (%)	Proteína Cruda (%)	Grasa Cruda (%)	Fibra Cruda (%)	Extracto Libre de Nitrógeno (%)
[2]PT14036	4.7	22.8	1.8	2.4	68.2
PT14055	3.9	22.6	1.7	3.2	68.6
PT14069	5.0	24.5	1.9	2.4	66.2
PT14053	4.7	22.3	1.4	2.9	68.8
PT14059	4.8	25.1	1.2	2.5	66.3
PT14029	4.5	23.1	1.4	2.7	68.3
PT14061	3.9	21.7	1.2	2.0	71.2
„Pinto Saltillo"	4.1	22.4	1.6	2.5	69.5
NGO14014	4.8	21.8	1.3	2.5	69.6
NGO14035	4.7	22.0	2.2	2.9	68.3

NGO14025	4.8	20.5	1.9	2.9	69.8
„Negro Verdín‟	5.0	21.5	1.8	3.0	68.7
NGO14063	4.9	24.8	1.5	2.8	66.0
NGO14013	4.9	23.6	1.7	1.9	67.8
„Negro San Luis‟	4.6	22.6	1.9	2.4	68.5
FM14011	4.1	23.9	1.9	4.4	65.8
„FM Media Oreja‟	3.5	21.9	1.6	2.2	70.9
„Bayo Victoria‟	4.2	20.8	2.0	3.1	69.8
AL14008	4.2	22.8	1.7	2.0	69.3
ALGDE	4.4	24.7	1.6	2.3	67.0
Promedio	4.5	22.8	1.7	2.6	68.4

[2]NGO =negro opaco pequeño, PT = pinto, FM = flor de mayo y AL = alubia (blanco).

CONCLUSIONES

Se cuenta con líneas mejoradas de frijol sobresalientes en Durango, con base en su rendimiento, calidad comercial del grano y adaptación, principalmente para condiciones de riego. Se mantuvieron las características nutricias del grano, a pesar del uso de padres genéticamente distantes y cruzamientos múltiples, lo cual favoreció el incremento del rendimiento potencial obtenido con líneas mejoradas de frijol en Durango. Es recomendable que las líneas mejoradas de frijol sean validadas en parcelas comerciales, para verificar sus niveles de rendimiento y calidad del grano bajo condiciones de riego.

AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del proyecto: “Opciones tecnológicas para el desarrollo integral y sostenible de la producción agropecuaria y forestal en Durango”, financiado con fondos fiscales INIFAP (Clave SIGI: 9573834038).

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre S., E. A. y C. A. Gómez A. (2010). Evaluación de las características fisicoquímicas en la especie frijol *Phaseolus vulgaris* de las variedades; Pinto Saltillo, Bayo Victoria y Negro San Luis. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato, México. pp. 101-108.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists (1990) Official methods of analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.

CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical (1987) Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. *In*: A. van Schoonhoven, y M. A. Pastor C. (comps.). Cali, Colombia. 87 p.

Darkwa K., D. Ambachew, H. Mohammed, A. Asfaw, and M. W. Blair (2016) Evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes for drought stress adaptation in Ethiopia. The Crop Journal 4(5): 367-376.

Da Silva, F. A., A. M. Corrêa, P. E. Teodoro, K. V. Lopes, and C. C. G. Corrêa (2017) Genetic divergence in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Cerrado-Pantanal ecotone. Genetic and Molecular Research 16(1): 1-11.

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

Guzmán T., I., E. Almanza A., J. A. Acosta G., y S. H. Guzmán M. (2009) Estudio comparativo de características de calidad entre genotipos de frijol de grano negro. Agricultura Técnica en México 35(4): 449-457.

Jiménez G., J. C. y J. A. Acosta G. (2013) Efecto y correlación de fechas de siembra, fertilización y densidad en el rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal en Chihuahua. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4(1): 115-127.

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

Rosales S., R., J. A. Acosta G., J. S. Muruaga M., J. M. Hernández C., G. Esquivel E., y P. Pérez H. (2004) Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico 6. INIFAP-CIRCE-Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Estado de México. 148 p.

Rosales S., R., J. A. Acosta G., F. J. Ibarra P., E. I. Cuéllar R., y C. A. Nava B. (2009) Validación de variedades y líneas mejoradas de frijol en Durango. Publicación Especial Núm. 27. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, México. 92 p.

Rosales S., R., C. A. Nava B., H. González R., M. D. Herrera, J. C. Jiménez G., N. Y. Z. Ramírez C., y E. S. Osuna C. (2014) Rendimiento, preferencia y calidad de enlatado de variedades de frijol pinto producidas en Durango, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5(2): 309-315.

Rosales S., R., E. I. Cuéllar R., y L. M. Salazar S. 2015. Variedades para incrementar el rendimiento y la calidad del frijol. INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, México. 2 p.

Rosales S., R., H. Flores G., R. A. Domínguez G., A. C. Estrada F. y M. S. Meza S. (2017) Líneas mejoradas de frijol con alta calidad comercial adaptadas bajo condiciones de riego en Durango. Memoria de la XXIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. pp. 667-673.

SAS Institute Inc. (2013) Base SAS® 9.4 Procedures Guide: Statistical Procedures, Second Edition. Cary, NC, USA. SAS Institute Inc.

SELECCIÓN DE LÍNEAS MEJORADAS DE FRIJOL CON RENDIMIENTO ALTO PARA DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN DURANGO

Rigoberto Rosales Serna[1*], Mauricio Salvador Meza Simental[2], Miguel Ángel Gurrola Martínez[2], Ixchel Abby Ortiz Sánchez[2] y Erika Cecilia Gamero Posada[2].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango- El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2]Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. km 22.5 Carretera Durango-México, Villa Montemorelos, Dgo., México. C. P. 34371. *rosales.rigoberto@inifap.gob.mx; rigoberto_serna@yahoo.com.

INTRODUCCIÓN

La producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las actividades económicas y sociales más importantes en el estado de Durango. En esta entidad, la superficie promedio anual sembrada con frijol durante el periodo 2012 a 2016 fue de 255 mil hectáreas, con una producción promedio anual de 142 mil toneladas de grano. En el mismo periodo, el rendimiento medio fue de 560 kg/ha (INFOSIAP, 2018) y las clases comerciales de grano más populares para la siembra fueron: pinto, negro y flor de mayo. Los principales factores que limitan la producción de frijol en Durango son la lluvia (escasa y mal distribuida), la variación de la temperatura y presencia de organismos patógenos que causan enfermedades, entre las que sobresalen antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*) y tizón común (*Xanthomonas axonopodis* syn. *campestris* pv. *phaseoli*).

En Durango, el programa de mejoramiento genético de frijol del INIFAP es líder en la generación de germoplasma mejorado con diferente tipo comercial de grano y adaptación en condiciones de temporal y riego. Las líneas y variedades generadas pueden utilizarse en el incremento de la productividad y competitividad del cultivo de frijol en esta entidad. Sin embargo, es necesaria su evaluación en ambientes múltiples, en condiciones de campo, para corroborar la resistencia a enfermedades, rendimiento y calidad del grano. Lo anterior, con la finalidad de seleccionar aquellas que cumplan con los requerimientos de los productores, comerciantes, industriales y consumidores de frijol en México.

Los productores requieren variedades precoces, resistentes a las enfermedades, rendimiento alto y grano de comercialización fácil. Se detectó la necesidad de incrementar el tamaño del grano en la variedad Pinto Saltillo (<35 g/100 semillas), debido a que esta característica reduce su aceptación en el mercado nacional y de exportación. Por ello, se han generado líneas mejoradas de frijol pinto con tamaño intermedio de grano (35 a 45 g/100 semillas). También, se han generado líneas con grano de otras clases comerciales de importancia socioeconómica en México, como son azufrado, negro, flor de mayo y alubia. Los comerciantes demandan

variedades de frijol que muestren facilidad de mercadeo, precio alto de reventa y vida de anaquel prolongada. Los industriales necesitan frijol de costo bajo, tiempo de cocción reducido (frijol enlatado en pasta) y que después de cocerse muestren un número bajo de granos reventados (frijol enlatado entero y caldoso). El consumidor es el eslabón principal de la cadena producción-consumo de frijol y por ello, se deben atender sus demandas para facilitar la comercialización del grano. La generación de líneas y variedades mejoradas de tipo preferente, difusión de las propiedades del frijol y la comercialización de productos de preparación fácil, reactivarán el consumo de esta leguminosa en México. El objetivo fue seleccionar líneas mejoradas de frijol con niveles altos de rendimiento y calidad comercial del grano para diferentes sistemas de producción en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del INIFAP en Durango, ubicadas en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, a los 23° 59‟ 15” N, 104° 37‟ 17” O y una altitud de 1,879 m. El suelo predominante es de la clase textural franca (arenosa y arcillosa), la cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 7.9 y es pobre en materia orgánica, fósforo y nitrógeno. 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).

Se sembró el 20 de junio de 2017 un grupo de 344 líneas mejoradas de frijol, con diferente tipo comercial de grano: azufrado (AZ, 185), negro opaco (NGO, 63), pinto (PT, 45), alubia (AL, 18), flor de mayo (FM, 17) y negro brillante (NGB, 16). La parcela experimental consistió de un surco de 5 m de largo y 0.81 m de separación. Se incluyeron como testigos las variedades comerciales más importantes en cada clase comercial de grano, para comparación. Las variedades consideradas como testigos comerciales fueron Pinto Saltillo, Negro 80 25, Flor de Mayo Media Oreja, Negro Verdín y Negro San Luis. Se fertilizó al momento de la siembra con la ^{dosis} 35-50-00 para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). El control de la maleza se realizó mediante dos escardas, una aplicación de herbicida (imazetapir; Pivot®) y dos deshierbes manuales realizados con azadón.

Se evaluó el número de días a floración y madurez fisiológica (CIAT, 1987), contabilizados en días después de la siembra (DDS). Cuando las líneas mejoradas llegaron a la etapa fenológica de llenado de grano (R_8), se registró la reacción a las enfermedades que muestran incidencia mayor en Durango, como son: antracnosis, roya y tizón común. En la evaluación se utilizó la

escala que va de 1 a 9, propuesta por el CIAT, (1987). Se determinó el rendimiento usando como parcela útil un surco de 4 m de longitud (3.24 m^2), en la que las plantas se cortaron y trillaron mecánicamente. Después, se limpió el grano mediante la eliminación de impurezas con un tamiz y sopladora eléctrica. El grano obtenido se pesó en una balanza digital con precisión de (0.1 g), para la estimación del rendimiento en kg/ha. El peso de 100 semillas (g), se determinó mediante la obtención de una sub-muestra aleatoria de granos, enteros y bien desarrollados. El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva (media ± desviación estándar), tomando en cuenta la clase comercial del grano y después, se consideró la respuesta de cada línea en particular, con respecto a la media grupal y testigos comerciales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las líneas de grano azufrado mostraron precocidad a floración (46 DDS), seguidas por las de los tipos flor de mayo y negro opaco (48 DDS) (Cuadro 1). El grupo de líneas mejoradas con precocidad mayor a madurez fisiológica fueron las de frijol negro opaco (98 DDS), azufrado y pinto (100 DDS). Todos los grupos mostraron resistencia a antracnosis y roya, así como valores intermedios para la tolerancia a tizón común. El rendimiento promedio más alto se registró en el grupo de líneas flor de mayo (2,048 kg/ha), seguido de negro opaco (2,014 kg/ha) y pinto (1,947 kg/ha). Las líneas de grano tipo alubia (blanco) mostraron el promedio más alto para el peso de 100 semillas (43.0 g/100 semillas), seguidas de las de tipo azufrado (41.0 g/100 semillas) y pinto (39.3 g/100 semillas). En todos los grupos se identificaron líneas mejoradas con características sobresalientes y algunas, de las que fueron seleccionadas, mostraron el peso de 100 semillas (tamaño) requerido en el mercado. Incluso las líneas de grano azufrado alcanzaron un valor similar (41.0 g/100 semillas) al intervalo registrado en la variedad Azufrado Higuera (>40 g/100 semillas) (Padilla et al., 2008), la cual es un referente para la producción y consumo de esta clase comercial de grano.

Las líneas flor de mayo sobresalientes por su rendimiento de grano fueron: FM14006 (2,866 kg/ha), FM14011 (2,729 kg/ha) y FM14012 (2,383 kg/ha) (Cuadro 2). La mayoría las líneas sobresalientes fueron derivadas del cruzamiento simple (FMM38/FM Media Oreja), en el cual uno de los progenitores muestra resistencia a antracnosis, roya y tolerancia a tizón común (Flor de Mayo M38). A pesar de lo anterior, Flor de Mayo Media Oreja es una variedad tardía que en ocasiones requiere más de 50 DDS para florecer y 120 días para completar su ciclo biológico. Por ello, se observó que todas las líneas mostraron más de 45 días a floración, aunque se redujo a 100-104 el número de días a madurez, en comparación con el progenitor tardío. Lo anterior, disminuyó el riesgo de pérdida de la cosecha por efecto de la sequía y bajas

temperaturas observadas ocasionalmente en el mes de octubre y de forma segura en noviembre. La variedad de frijol Flor de Mayo M38 influyó en la sanidad de las líneas sobresalientes, las cuales mostraron resistencia a antracnosis y roya; así como, valores intermedios de resistencia a tizón común. El peso del grano fue bajo en algunas líneas, como FM14012 (29.0 g/100 semillas), lo cual influirá negativamente en su aceptación comercial.

Cuadro 1. Características evaluadas en diferentes grupos de líneas mejoradas de frijol cultivadas en siembras de verano en Durango, Dgo. Méx. 2017.

Clase	Días a Floración	[1]A	R	T	Días a Madurez	Rendimiento kg/ha	Peso de 100 Semillas (g)
[2]FM	[3]48 ± 2	1	1	6	102 ± 1	2,048 ± 673	35.1 ± 4
NGO	48 ± 2	1	1	6	98 ± 8	2,014 ± 566	26.7 ± 4
PT	50 ± 3	1	1	6	100 ± 4	1,947 ± 749	39.3 ± 4
OC	51 ± 1	1	1	6	104 ± 0	1,471 ± 474	38.0 ± 1
NGB	50 ± 3	1	1	5	111 ± 12	1,456 ± 501	30.0 ± 3
AZ	46 ± 3	1	1	6	100 ± 4	1,068 ± 639	41.0 ± 7
AL	51 ± 1	1	1	5	105 ± 1	788 ± 305	43.0 ± 5
Promedio	49				103	1,542	36.2

[1]Reacción a: A = antracnosis, R = roya y T = tizón común; [2]FM = flor de mayo, NGO = negro opaco, PT = pinto, OC = ojo de cabra, NGB = negro brillante, AZ = azufrado y AL = alubia. [3]El valor representa el promedio del grupo ± desviación estándar.

Cuadro 2. Características de líneas mejoradas de grano flor de mayo sobresalientes por rendimiento en siembras de verano en Durango, Dgo. Méx. 2017.

Línea	[1]DIF	A	R	T	Días a Madurez	Rendimiento kg/ha	Peso de 100 Semillas (g)
[2]FM14006	46	1	1	6	102	2,866	35.3
FM14011	48	1	1	5	103	2,729	34.9
FM14012	52	1	1	6	100	2,383	29.0
FM14002	49	1	1	6	102	2,256	37.6
FM16001	48	1	1	6	102	2,213	39.8
FM M38 (t)	49	1	1	6	102	607	30.8
Promedio	48				102	2,048	35.1
Desv. Estándar	2				1	673	4

[1]DIF = días a inicio de floración, reacción a: A = antracnosis, R = roya y T = tizón común; [2]FM = flor de mayo. t = testigo.

Las líneas con grano negro opaco sobresalientes por su rendimiento fueron: NGO16032 (2,991 kg/ha), NGO14010 (2,979 kg/ha), NGO16031 (2,928 kg/ha) y NGO14011 (2,915 kg/ha) (Cuadro 3). Las líneas sobresalientes fueron derivadas a partir de cruzamientos dobles como (N8025/NSanLuis//FNPNL/FrijoZacN101) y biparentales como (NAltiplano/Méx332-2). En dichos cruzamientos se incluyeron progenitores neutrales al fotoperiodo (FNPNL, Jamapa y Negro 80 25), adaptados en Durango (Negro Altiplano y Negro Vizcaya) y con potencial alto de

rendimiento (Méx 332). El uso de la variedad Negro 80 25 influyó en el ciclo biológico de las líneas mejoradas, disminuyendo el promedio de los días a floración (48 DDS) y madurez fisiológica (98 DDS). Esta variedad mostró tamaño reducido de la semilla (21.7 g/100 semillas), lo cual favoreció su calidad comercial. Sin embargo, algunas líneas mostraron valores de hasta 38.6 g/100 semillas, lo cual disminuirá su aceptación de mercado donde se acepta un tamaño máximo de 25 g/100 semillas. Se observó resistencia a antracnosis y roya; así como, tolerancia intermedia y susceptibilidad a tizón común (5 y 7).

Cuadro 3. Características de líneas mejoradas de grano negro opaco sobresalientes por rendimiento en siembras de verano en Durango, Dgo. Méx. 2017.

Línea	[1]DIF	A	R	T	Días a Madurez	Rendimiento kg/ha	Peso de 100 Semillas (g)
[2]NGO16032	48	1	1	6	95	2,991	25.9
NGO14010	49	1	1	5	96	2,979	25.8
NGO16031	48	1	1	6	100	2,928	28.5
NGO14011	46	1	1	6	93	2,915	29.2
NGO14015	45	1	1	6	102	2,876	38.6
N 80 25 (t)	48	1	1	6	95	2,351	21.7
Promedio	48				98	2,014	26.7
Desv. Estándar	2				8	566	4

[1]DIF = días a inicio de floración, reacción a: A = antracnosis, R = roya y T = tizón común; [2]NGO = negro opaco. t = testigo.

Los materiales que resultaron sobresalientes en el grupo de líneas de grano pinto fueron: PT16031 (4,091 kg/ha), PT16030 (3,732 kg/ha) y PT16032 (3,362 kg/ha) (Cuadro 4). Todas las líneas sobresalientes fueron derivadas del cruzamiento biparental (PTSaltillo/PTDurango), en el cual se incluyó un progenitor neutral al fotoperiodo y con tamaño mediano a grande de la semilla (Pinto Durango). Además, se usó una variedad sobresaliente por su adaptación y productividad en Durango (Pinto Saltillo), con lo que se logró también la tolerancia al oscurecimiento del grano. Se registraron valores intermedios a tardíos para días a floración (42-53), madurez (95-105), así como niveles medios a susceptibles para tizón común (5 a 7). El peso de la semilla osciló entre 33.2 y 47.6 g/100 semillas, lo que favorecerá la aceptación comercial de las líneas seleccionadas (> 35.0 g/100 semillas).

Las líneas con grano azufrado sobresalientes por su rendimiento fueron: AZ17018 (2,581 kg/ha), AZ17048 (2,416 kg/ha), AZ17050 (2,409 kg/ha) y AZ17047 (2,408 kg/ha) (Cuadro 5). Estas líneas fueron derivadas de la selección realizada en poblaciones segregantes, en las cuales se incluyeron mayoritariamente progenitores neutrales al fotoperiodo. Se observó un ciclo biológico intermedio, con un intervalo de 39 a 52 días a floración y entre 91 a 105 días a

madurez fisiológica. La mayoría de las líneas mostraron peso inferior de la semilla en relación con el promedio registrado para Azufrado Higuera (>40 g/100 semillas) (Padilla et al., 2008), lo cual puede comprometer su aceptación de mercado. Se observó resistencia a antracnosis y roya; así como tolerancia intermedia y susceptibilidad a tizón común (5 a 8).

Cuadro 4. Características de líneas mejoradas de grano pinto sobresalientes por rendimiento en siembras de verano en Durango, Dgo. Méx. 2017.

Línea	[1]DIF	A	R	T	Días a Madurez	Rendimiento kg/ha	Peso de 100 Semillas (g)
[2]PT16031	42	1	1	6	96	4,091	44.1
PT16030	46	1	1	6	96	3,732	43.8
PT16032	42	1	1	6	93	3,362	44.3
PT16018	51	1	1	5	103	2,844	37.1
PT16022	50	1	1	6	100	2,667	37.4
PT Saltillo (t)	50	1	1	6	102	2,101	35.5
Promedio	50				100	1,947	39.3
Desv. Estándar	3				4	749	4

[1]DIF = días a inicio de floración, reacción a: A = antracnosis, R = roya y T = tizón común; [2]PT = pinto. t = testigo.

Cuadro 5. Características de líneas mejoradas de grano azufrado sobresalientes por rendimiento en siembras de verano en Durango, Dgo. Méx. 2017.

Línea	[1]DIF	A	R	T	Días a Madurez	Rendimiento kg/ha	Peso de 100 Semillas (g)
[2]AZ17018	46	1	1	6	98	2,581	47.7
AZ17048	45	1	1	6	95	2,416	35.3
AZ17050	44	1	1	6	93	2,409	32.7
AZ17047	45	1	1	6	95	2,408	36.9
AZ17017	45	1	1	5	98	2,382	42.6
AZ17049	45	1	1	6	95	2,296	36.5
AZ Higuera (t)	45	1	1	6	95	129.3	38.0
Promedio	46				100	1,068	41.0
Desv. Estándar	3				4	639	7

[1]DIF = días a inicio de floración, reacción a: A = antracnosis, R = roya y T = tizón común; [2]AZ = azufrado. t = testigo.

Las líneas sobresalientes por su rendimiento en el grupo formado por diferentes clases comerciales fueron: NGB14054 (2,261 kg/ha), NGB16003 (2,231 kg/ha), OC14002 (1,931 kg/ha) y AL17003 (1,241 kg/ha) (Cuadro 6). Las líneas sobresalientes provienen de cruzas biparentales, dobles y poblaciones segregantes (FNPNL/NSanLuis-1, FNPNL/Méx 332//FNPNL/Jamapa, OC/PS-2), en las cuales se incluyeron progenitores neutrales al fotoperiodo y únicamente se incluyó un progenitor adaptado en el Altiplano de México (Negro

San Luis). La inclusión de Negro San Luis incrementó la adaptación de las líneas mejoradas en Durango. Se observó un ciclo biológico intermedio, con un intervalo de 45 a 53 días a floración y entre 90 a 120 días a madurez fisiológica. Las líneas de grano negro brillante mostraron peso inferior de la semilla en relación con Negro San Luis (>43 g/100 semillas) (Rosales et al., 2004), lo cual afectará su aceptación de mercado. Se observó resistencia a antracnosis y roya; así como tolerancia intermedia a tizón común (5 a 6).

Cuadro 6. Características de líneas mejoradas de diferentes tipo de grano sobresalientes por rendimiento en siembras de verano en Durango, Dgo. Méx. 2017.

Línea	[1]DIF	A	R	T	Días a Madurez	Rendimiento kg/ha	Peso de 100 Semillas (g)
[2]NGB14054	48	1	1	6	100	2,261	35.5
NGB16003	45	1	1	6	90	2,231	29.5
OC14002	50	1	1	6	104	1,931	38.5
[2]AL17003	52	1	1	5	105	1,241	46.8

[1]DIF = días a inicio de floración, reacción a: A = antracnosis, R = roya y T = tizón común ; [2]NGB = negro brillante, OC = ojo de cabra y AL = alubia (blanco).

CONCLUSIONES

Se seleccionaron líneas mejoradas de frijol con niveles altos de resistencia a enfermedades (antracnosis y roya), rendimiento y calidad comercial de grano. En todas las clases comerciales fue posible identificar líneas mejoradas neutrales al fotoperiodo, las cuales pueden ser utilizadas en la producción de frijol en diferentes fechas de siembra. La temperatura, lluvia y riego influyeron en la duración de algunas etapas fenológicas de las líneas de frijol incluidas en el estudio, así como, en la incidencia de las enfermedades, rendimiento y tamaño de la semilla.

AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del proyecto: “Opciones tecnológicas para el desarrollo integral y sostenible de la producción agropecuaria y forestal en Durango”, financiado con fondos fiscales INIFAP (Clave SIGI: 9573834038).

BIBLIOGRAFÍA

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. *In*: A. van Shoonhoven y M. A. Pastor C. (comps.). Cali, Colombia. 87 p.

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

INFOSIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. Anuario estadístico de la producción agrícola. Documento consultado en línea. 27 de mayo de 2018. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/

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

Padilla V., I., R. A. Salinas P., J. A. Acosta G., y F. G. Rodríguez C. 2008. Adaptación y estabilidad del rendimiento en genotipos de frijol azufrado en el sur de Sonora, México. Revista Fitotecnia Mexicana 31(3):225-233.

Rosales S., R., J. A. Acosta G., J. S. Muruaga M., J. M. Hernández C., G. Esquivel E., y P. Pérez H. 2004. Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico 6. Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Chapingo, Edo. de México. 148 p.

EFECTO DE LA DOSIFICACIÓN DE NUTRIENTES SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAÍZ CULTIVADO EN DURANGO

Rigoberto Rosales Serna[1*], Rafael Jiménez Ocampo[1], Rolando García Castillo[2], Oscar Gilberto Alaníz Villanueva[2] y Sonia Valdez Ortega[2].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango- El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2]Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, km 22.5 Carretera Durango-México, Villa Montemorelos, Dgo., México. C. P. 34371. *rosales.rigoberto@inifap.gob.mx; rigoberto_serna@yahoo.com.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los principales cultivos alimenticios y forrajeros en Durango, donde se utiliza para el consumo tierno (elote), elaboración de tortillas, insumo en la preparación de tamales, producción forraje (fresco, ensilado y henificado) y los residuos de la cosecha (rastrojo), mazorcas y grano se muelen para elaborar suplementos alimenticios para el ganado. En Durango, el maíz se siembra durante el ciclo primavera-verano, principalmente en la condición de riego. En 2016, la superficie sembrada con maíz para grano en Durango alcanzó 165,317 hectáreas (ha) y se produjo un total de 363,825 t, a razón de 2.3 t ha^{-1}. El maíz forrajero alcanzó una cifra ligeramente superior a 65 mil ha, donde se produjeron cerca de 2.4 millones de toneladas de forraje verde y el rendimiento promedio fue de 37.1 t ha^{-1} (INFOSIAP, 2017). El rendimiento de maíz en Durango es bajo, especialmente cuando se compara con el rendimiento obtenido en otras entidades de México, como Sinaloa, donde se obtuvo un rendimiento promedio para grano de 10.7 t ha^{-1} durante 2016.

Se ha detectado la necesidad de actualizar la densidad de siembra y dosis de fertilización en maíz, para ajustarlas al manejo agronómico de híbridos modernos, los cuales toleran densidades de población de 10 a 12 plantas por metro lineal de surco, aunque para ello se requiere también una dosis de fertilización apropiada para abastecer la nutrición de la planta. La dosis de fertilización del maíz en Durango se incrementó en los últimos años hasta alcanzar 180-80-00 (N-P_2O_5-K_2O), con la finalidad de intensificar la producción de biomasa y grano en condiciones de riego. Además, se recomienda realizar la aplicación en tres oportunidades, durante la siembra (60-80-00), 40 (60-00-00) y 81 (60-00-00) días después de la siembra, con lo que se asegura el aporte constante de nutrientes a la planta (Castillo et al., 2015).

Además, se ha demostrado que la aplicación de fertilizante en la etapa de formación y llenado de la semilla incrementa el rendimiento de forraje y grano (Castillo et al., 2014). La aplicación de fertilizante durante el periodo reproductivo muestra dificultades, debido a la necesidad de realizar la aplicación manualmente. Algunos productores aplican el fertilizante en la entrada de los surcos y tratan de que éste se distribuya uniformemente con el riego, aunque se observa

irregularidad de la aplicación y pérdida de nutrientes por escurrimiento. En la actualidad se han diversificado las formulaciones y tipos comerciales del fertilizante químico, entre los que sobresalen los de liberación controlada, las cuales pueden dosificar el suministro de nutrientes por varios meses. En Durango, es posible adquirir el producto multicote® (18-06-12), el cual libera nutrientes durante un periodo de cuatro meses (Haifa, 2017a). Existe otra formulación recomendada para maíz conocida como Cote N® (42-00-00), que es de liberación controlada (Haifa, 2017b), aunque su disponibilidad es limitada en Durango. Es necesaria la evaluación de diferentes presentaciones fertilizantes para optimizar el rendimiento del maíz cultivado en Durango. Con ello, se obtendrá una cantidad alta de forraje, grano y suplementos alimenticios para el ganado doméstico. El objetivo fue evaluar el efecto de la dosificación de nutrientes sobre el rendimiento de forraje y grano en germoplasma de maíz cultivado en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio experimental fue establecido en Durango, Dgo. y se ubicó a los 23° 59‟ 21” N, 104° 37‟ 36” O y una altitud de 1,879 m. El suelo predominante en el sitio es del tipo franco (arcilloso y arenoso), el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 7.4 y es pobre en contenido de materia orgánica (0.4 %), fósforo (1.4 mg kg^{-1}) y nitrógeno (0.02 %). El clima predominante es templado semiárido [BS_1 kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para esta variable es de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina et al., 2005).

Se incluyeron cuatro materiales de maíz, entre los que se incluyó una variedad sintética (VS 209) y tres híbridos comerciales: XR 20 A, XR 21 y H 379. La variedad es precoz a madurez (128 días después de la siembra: DDS) y los híbridos son considerados como intermedios a tardíos (150-180 DDS). La siembra se realizó el 3 de junio de 2017 y la parcela experimental consistió de ocho surcos de 20 m de longitud y 0.81 m de separación. Se aplicaron dos tratamientos de fertilización: 1) tratamiento tradicional recomendado por INIFAP en Durango (Castillo et al., 2014) (180-80-00) para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) y 2) fertilizante de liberación controlada multicote® (18-06-12) para igualar el suministro de nitrógeno (180-60-120). En el tratamiento recomendado por INIFAP el fertilizante se distribuyó en la siembra (60-80-00), primera escarda (60-00-00) y contraescarda (60-00-00). El tratamiento con multicote® se realizó en aplicación única, al momento de la siembra.

El control de la maleza se efectuó mediante dos escardas y un deshierbe con azadón. El control de insectos plaga como diabrótica (*Diabrotica* sp.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

se realizó con una aplicación de clorpirifos (Lorsban®) y otra con spinetoram (Palgus®). Se aplicó un riego de pre-siembra y seis riegos de auxilio, para evitar el estrés hídrico en las plantas de maíz. Se evaluó el número de días a floración (masculina y femenina), reacción a enfermedades, rendimiento de forraje (fresco y seco), rendimiento de grano y peso de 100 semillas. La floración masculina (emergencia de la espiga) se registró cuando aparecieron las anteras hasta la mitad basal del 50 % de las espigas; mientras que, la floración femenina se determinó cuando apareció la mazorca y los estigmas quedaron expuestos en más del 50 % de las plantas de cada parcela experimental. La reacción a enfermedades se realizó con base en la escala 1 a 9, propuesta por el CIAT, (1987) y ajustada para maíz. En dicha escala las categorías de 1 a 3 son consideradas como resistentes, 4 a 6 intermedias y entre 7 y 9 corresponderían a los materiales susceptibles a los organismos patógenos.

El rendimiento de forraje se evaluó mediante la obtención de muestras en cinco puntos equidistantes (muestreo sistemático en cinco de oros) de cada parcela. Se consideró como parcela útil un surco de 5 m y una separación de 0.81 m (4.05 m^2). Las plantas se cortaron cuando se observó entre ½ a ¾ de la línea de leche, lo cual ocurrió en fechas diferentes para cada híbrido y variedad de maíz. El corte de las plantas se realizó 10 cm por encima de la superficie del suelo e inmediatamente después se pesaron en una balanza digital con precisión de 0.1 g (Torrey L-EQ 5/10), para obtener el peso fresco. Después, se obtuvo una sub-muestra de plantas completas, con peso conocido, la cual fue picada, colocada en bolsa de papel e introducida en una estufa de aire forzado (60 ºC) hasta observar peso constante (peso seco).

El contenido de humedad, obtenido a nivel sub-muestra, se utilizó para estimar el rendimiento de forraje seco en la parcela útil. Los valores obtenidos durante el muestreo se utilizaron para estimar el rendimiento de forraje fresco y forraje seco en toneladas por hectárea (t ha^{-1}). El mismo método se utilizó en la determinación del rendimiento de grano (kg ha^{-1}), mediante el muestreo de mazorcas en una superficie similar (4.05 m^2) y el desgrane manual de las mismas. El grano cosechado se limpió y pesó, para luego obtener y pesar una muestra de 100 semillas y por último determinar el contenido de humedad en el equipo SB 900®. El valor obtenido en dicho equipo se utilizó para ajustar el rendimiento (kg ha^{-1}) y peso de 100 semillas (g) al 14 % de humedad. El análisis de varianza de los datos obtenidos se realizó en un diseño completamente aleatorio con cinco repeticiones. En las variables que se registraron diferencias significativas se realizó la comparación de medias con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El

análisis de varianza y la prueba de medias se efectuaron con el programa computacional SAS® ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La lluvia acumulada (381.2 mm), en el ciclo primavera-verano 2017, fue escasa en Durango y se hizo necesario aplicar seis riegos de auxilio para evitar el estrés hídrico severo en las plantas de maíz. El promedio para las temperaturas mínimas (14.2 ºC) y máximas (27.9 ºC) registrado durante el ciclo de cultivo fue alto, lo que favoreció el crecimiento y desarrollo del maíz, aunque también la incidencia de enfermedades como el tizón foliar (*Exserohilum turcicum*). Lo anterior, influyó directamente en el rendimiento del híbrido de maíz que resultó susceptible a esta enfermedad (XR 21).

La variedad VS 209 mostró precocidad a floración masculina (DFM = 59 DDS), femenina (DFF = 64 DDS) y madurez fisiológica (DMF = 128 DDS), lo cual se relacionó también con el número de días en los que se realizó el corte del forraje (DCF = 101 DDS). Por su parte el material más tardío fue XR 21 con un número de DFM de 79 DDS, 83 DDS para DFF, 180 DDS para el número de DMF y el corte de forraje se realizó 145 DDS. Este híbrido mostró también susceptibilidad intermedia al tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) (valor de 6), el cual se presentó en la etapa vegetativa (V_6). Los resultados mostraron diferencias en la duración de las etapas fenológicas y ciclo biológico del germoplasma de maíz incluido en el estudio. Pudo comprobarse que las mejores opciones en la producción de maíz para forraje y grano son los híbridos de ciclo intermedio (145-150 días a madurez), en los cuales se observó el rendimiento más alto, como fue el caso de XR 20A.

Se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para el rendimiento de forraje fresco (RFF) y forraje seco (RFS) (Cuadro 1). El rendimiento promedio obtenido en el tratamiento de fertilizante granulado, para RFF (70,178 kg ha^{-1}) y RFS (18,387 kg ha^{-1}), superó de forma significativa al fertilizante de liberación controlada, el cual alcanzó 60,272 kg ha^{-1} para RFF y 15,791 kg ha^{-1} para RFS. El efecto observado en el fertilizante de liberación controlada se debió a las temperaturas altas registradas el mes de junio, en el que se observaron valores promedio superiores a 30.0 ºC y valores máximos de 34.3 ºC, lo cual causó agotamiento prematuro de los nutrientes en un periodo de 30 DDS, según la curva de liberación de nutrientes propuesta por el fabricante (Haifa, 2017b). La temperatura mínima registrada en el sitio experimental fue también más alta que el nivel histórico (13.1 a 13.7 ºC), con valores mayores que 14.0 ºC y máximos de hasta 16.1 ºC. Lo anterior, contribuyó a la aceleración en la entrega de los elementos contenidos en los gránulos del fertilizante. También, influyó la

recomendación de este producto (Multicote®) principalmente para especies perennes y la interacción entre los nutrientes minerales (Haifa, 2017a), los cuales pudieron interaccionar con los elementos presentes en el suelo (663 kg ha^{-1} de calcio) y causar bloqueo de algunos de ellos.

Cuadro 1. Características de germoplasma de maíz evaluado en dos métodos de dosificación de fertilizante bajo condiciones de riego en Durango, Dgo. Méx. 2017.

Línea	[1]DFM	DFF	DCF	RTF	DMF	RFF kg ha-1	RFS kg ha-1
	Fertilizante granulado (180-80-00)						
[2]XR 20A	70	74	137	1	158	61,195^{b}	16,033^{b}
XR 21	79	83	145	6	180	74,874^{a}	19,617^{a}
H 379	77	81	141	1	175	79,210^{a}	20,753^{a}
VS 209	59	64	101	1	128	65,432^{b}	17,143^{b}
Promedio	**71**	**76**	**139**		**159**	**70,178^{A}**	**18,387^{A}**
	Fertilizante de liberación controlada (180-60-120)						
XR 20A	70	74	137	1	158	56,435^{b}	14,786^{b}
XR 21	79	83	145	6	175	65,600^{a}	17,187^{a}
H 379	77	81	141	1	175	60,928^{a}	15,963^{a}
VS 209	59	64	101	1	128	58,124^{b}	15,228^{b}
Promedio	**71**	**76**	**139**		**159**	**60,272^{B}**	**15,791^{B}**

[1]DFM = días a floración masculina, DFF = días a floración femenina, DCF = días a corte de forraje, RTF = reacción a enfermedades (tizón foliar: *Exserohilum turcicum*), DMF = días a madurez fisiológica, RFF = rendimiento de forraje fresco y RFS = rendimiento de forraje seco. Literales diferentes en cada columna representan diferencias significativas entre métodos de fertilización ($^{A-B}$) y materiales de maíz ($^{a-b}$) con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Se observaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre los materiales de maíz para el rendimiento y peso de 100 semillas (Cuadro 2). En el caso de rendimiento de grano se observó también diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos de fertilización incluidos en el estudio. El promedio de rendimiento significativamente más alto se registró con el uso de fertilizante granulado (6,196 kg ha^{-1}). El híbrido XR 20A mostró el rendimiento de grano significativamente más alto en ambos métodos de fertilización, con un valor de 7,757 kg ha^{-1} con el uso de fertilizante granulado y 7,675 kg ha^{-1} con el uso de fertilizante de liberación controlada. Los resultados mostraron un nivel más alto de respuesta del rendimiento con la aplicación de fertilizante granulado en todos los materiales de maíz incluidos en el estudio. Lo anterior, demostró que cuando se distribuye el fertilizante granulado en tres oportunidades de aplicación (siembra, primera escarda y contraescarda) se obtiene una respuesta alta del potencial de rendimiento en maíz. Únicamente el híbrido XR 20A mostró rendimiento estadísticamente igual al registrado con el uso de fertilizante de liberación controlada.

Cuadro 2. Rendimiento y peso del grano en germoplasma de maíz evaluado en dos métodos de fertilización bajo condiciones de riego en Durango, Dgo. Méx. 2017.

Híbrido/Variedad	Rendimiento kg ha-[1]	Peso de 100 semillas (g)
[2]XR 20A	7,757[a]	23.0[b]
XR 21	6,027[b]	15.3[d]
H 379	5,928[b]	21.3[c]
VS 209	5,073[b]	27.9[a]
Promedio	6,196[A]	21.9
XR 20A	7,675[a]	24.6[b]
XR 21	3,754[c]	15.2[d]
H 379	4,535[c]	19.7[c]
VS 209	4,444[c]	29.1[a]
Promedio	5,102[B]	22.2

Literales diferentes en cada columna representan diferencias significativas entre métodos de fertilización ([A-B]) y materiales de maíz ([a-c]) con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

El tamaño del grano fue significativamente mayor en la variedad de polinización libre VS 209, con 29.1 g/100 semillas, en el tratamiento de fertilizante de liberación controlada y 27.9 g/100 semillas con el uso de fertilizante granulado. En contraste, el híbrido XR 21 mostró el tamaño de la semilla bajo (15.2 g/100 semillas) con el uso de fertilizante de liberación controlada y 15.3 g/100 semillas en el caso del fertilizante granulado. Los resultados mostraron que la variación en el peso de la semilla fue definida principalmente por el tipo de germoplasma utilizado, ya que los valores para cada híbrido y variedad se mantuvieron entre las diferentes formas de fertilización. Se observó que todos los materiales de maíz incluidos en el estudio mostraron tamaño pequeño de grano, en comparación con otros trabajos, en los que se reportaron valores entre 33.0 y 40.4 g/100 semillas (Salinas y Aguilar, 2010). En experimentos con maíz criollo y mejorado se reportaron valores equivalentes a 27.7 y 35.0 g/100 semillas (Jiménez et al., 2012). En dicho estudio se demostró que los materiales de maíz aptos para la elaboración de tortilla se caracterizaron por tener valores altos para el peso de la semilla, así como para el ancho del grano. Lo anterior, tendrá repercusiones en la utilización del híbrido más productivo del presente estudio (XR 21A), el cual aparentemente será de mayor utilidad para la elaboración de raciones alimenticias para el ganado doméstico.

CONCLUSIONES

La temperatura y precipitación pluvial registradas en el ciclo primavera-verano de 2017 influyeron en la necesidad de riego, duración de las etapas fenológicas, presencia de enfermedades, rendimiento y peso de 100 semillas del germoplasma de maíz utilizado en el

estudio. Dichas condiciones causaron también la aceleración de la entrega de nutrientes contenidos en el fertilizante de liberación controlada. Los fertilizantes granulados (urea y fosfato diamónico) favorecieron la respuesta en rendimiento de todos los materiales de maíz evaluados, cuando se distribuyeron en la siembra, primera escarda y contraescarda. Se recomienda la utilización de fertilizantes granulados para abastecer el requerimiento nutricional del maíz, con lo que se evitarán costos de producción excesivos.

AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del proyecto: “Opciones tecnológicas para el desarrollo integral y sostenible de la producción agropecuaria y forestal en Durango”, financiado con fondos fiscales INIFAP (Clave SIGI: 9573834038).

BIBLIOGRAFÍA

Castillo R., A., L. M. Salazar S., R. Rosales S., y R. Jiménez O. 2014. Rendimiento forrajero de maíz utilizado para alimentar bovinos productores de carne y leche en Durango, México. Congreso Mundial de Ganadería Tropical. Tamaulipas, México. pp. 105-108.

Castillo R., A., L. M. Salazar S., y K. M. Ramírez G. 2015. Evaluación de híbridos de maíz para grano y forraje bajo riego en Durango, en 2014. Desplegable para Productores Núm 67. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Méx. 2 p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. *In*: A. van Shoonhoven y M. A. Pastor C. (comps.). Cali, Colombia. 87 p.

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.

Haifa. 2017a. Multicote (18-06-12). http://www.haifa-group.com/spanish/products/plant_nutrition/controlled_release_fertilizers/products_for_nurseries/multicote_6_18_6_12_micronutrients.aspx.

Haifa. 2017b. Cote N mix. Consultado en línea 05/09/2017. http://www.haifa-group.com/spanish/files/Articles/Articles_spanish/cote_N_mix.pdf.

INFOSIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Avance de siembras y cosechas. Resumen por cultivo. Consultado en línea 23/09/2017. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do

Jiménez J., J. A., G. Arámbula V., E. de la Cruz L., y M. A. Aparicio T. 2012. Característica del grano, masa y tortilla producida con diferentes genotipos de maíz del trópico mexicano. Universidad y Ciencia 28(2): 145-152.

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

Salinas M., Y. y L. Aguilar M. 2010. Efecto de la dureza del grano de maíz (*Zea mays* L.) sobre el rendimiento y calidad de la tortilla. Ingeniería Agrícola y Biosistemas 2(1): 5-11.

ESTABLECIMIENTO ASÉPTICO PARA LA GERMINACIÓN *IN VITRO* DE NOGAL PECANERO *Carya illinoinensis*.

Zaira Yuridia Mendiola Fuentes[1], Jorge Armando Chávez Simental[2], Cecilia Pulido Díaz[2], José Rodolfo Goche Telles[3], Guillermo González Cervantes[4].

[1]Estuiante de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales UJED; [2]Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera-UJED; [3]Facultad de Ciencias Forestales-UJED; [4]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación-Agua-Suelo-Planta-Atmósfera del Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (CENID-RASPA-INIFAP).
Correspondencia: zairamendiola@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo de nogal Pecanero (*Carya illinoinensis* (Wangeh.) K. Koch) ha alcanzado un importante crecimiento en el norte de México en las últimas décadas con más de 44 000 ha establecidas (González et al., 2009; Sifuentes et al., 2015). Su distribución natural se encuentra en 14 estados del país, pero la mayor producción lo reportan los estados de Chihuahua, Coahuila, Sonora y Durango (Ojeda, 2010; Figueroa, 2012). Es un cultivo perene, rentable, que favorece la ecología, además su madera es de alto valor comercial (Ojeda, 2010; Hernández, 2009). Generalmente, se propaga por germinación o injerto en portainjerto obtenidos por polinización abierta, sin embargo, estas técnicas no son muy eficientes. Para la producción de planta en vivero, la latencia es una barrera en la producción por que se extiende el tiempo de germinación y las semillas se exponen a depredadores, la germinación desigual produce plántulas que difieren en tamaño y aumentan el costo de árboles en vivero, lo que resulta en bajas tasas de propagación, sobrevivencia y establecimiento difícil (Casales, 2018). Debido a esto, es importante contar con protocolos eficientes de propagación que permitan obtener sistemas de producción de plantas de alto rendimiento (Ávila *et al*., 2013; Payghamzadeh, 2010). El cultivo *in vitro* representa una alternativa en la rápida multiplicación de cultivares con características deseables, además de ser una técnica apropiada para obtener información sobre la fisiología de la planta, permite la producción de plantas sanas, libres de enfermedades en poco tiempo (Casales, 2018).

Existe la necesidad de realizar investigación mediante el cultivo de tejidos vegetales en cada variedad nueva por propagar, debido a las diferencias en el comportamiento entre las especies. La propagación clonal de nogal a través de cultivo de brotes axilares, brotes, enraizamiento y micro brotes de plantas originales u otros materiales, son muy útiles para mantener cultivos de nogal y para la propagación de genotipos valiosos. (Yadav y Nainwal, 2015.) El principal desafío es obtener una mayor velocidad en la tasa de germinación y aumentar la uniformidad de las plántulas. Además, existen pocos informes en la literatura que describen el proceso de

esterilización de las semillas de nogal pecanero y su cultivo posterior en un medio solidificado (Casales, 2018). El objetivo de la presente investigación fue elaborar un protocolo eficiente para el establecimiento aséptico de *C. illinoinensis* como parte inicial para la creación de un protocolo de propagación *in vitro* de nogal pecanero.

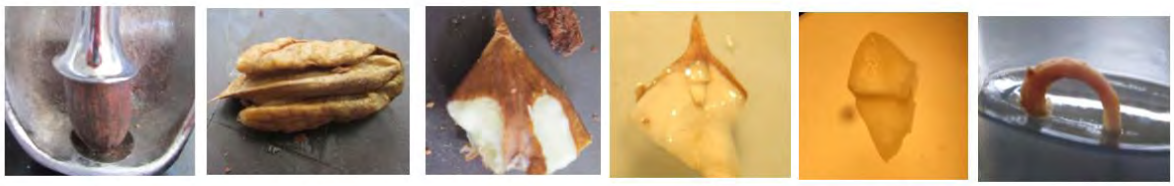
MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera (ISIMA) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) en el Laboratorio de Genética y Producción de la Planta. Como material vegetal de inicio se utilizaron semillas de nogal pecanero (nueces) variedad criolla, colectadas de un huerto particular ubicado en el poblado Gabino Santillán, Durango de la cosecha otoño 2017.

Para llevar a cabo el establecimiento aséptico, se realizó un procedimiento que consta de dos fases principales:

Asepsia de la testa: Se utilizó el agente antimicótico N- triclorometilio-4-ciclohexeno-1,2-dicarboxiamida (Captan Ultra 50 W P®) en tres diferentes concentraciones para la asepsia de la testa. Se realizó un lavado de la nuez con agua corriente durante 15 min, después un lavado con detergente hasta retirar la solución, en seguida se sumergió en etanol al 70 % por 30 segundos; por último, se mantuvieron en la solución de Captan Ultra 50 W P® 50 durante 20 min en agitación constante para posteriormente abrir la testa mecánicamente con unas pinzas (Figura 1 A).

Asepsia del endospermo y el embrión: Se utilizó como agente antibacteriano hipoclorito de sodio en tres diferentes concentraciones (Cuadro 1). Una vez obtenidos los endospermos que contienen al embrión (Figura 1 C) se manipularon dentro de la campana de flujo laminar siguiendo el protocolo que se describe a continuación: lavado con agua destilada estéril, sumergir en etanol al 70 % por 30 segundos, seguido de introducir en la concentración de hipoclorito de sodio correspondiente durante cinco segundos, por ultimo un enjuague con agua destilada estéril. A cada endospermo se le extrajo el embrión bajo observación en microscopio estereoscópico (Figura 1 D y E) y se repitió el mismo proceso de asepsia para el embrión.



A) B) C) D) E) F)

Tratamientos evaluados: Se establecieron tratamientos con las interacciones que resultaron de combinar tres concentraciones de Captan Ultra 50 W P® para la testa y tres concentraciones de hipoclorito de sodio para el endospermo y embriones, teniendo un total de nueve tratamientos con 10 repeticiones cada uno.

Cuadro 1.- Tratamientos para el establecimiento aséptico de *C. illinoinensis.*

Tratamientos	Concentración de Captan Ultra 50 W P® para la testa	Porcentaje de hipoclorito de sodio para el endospermo y embrión
1	2 g L^{-1}	1%
2	2 g L^{-1}	3%
3	2 g L^{-1}	5%
4	3 g L^{-1}	1%
5	3 g L^{-1}	3%
6	3 g L^{-1}	5%
7	4 g L^{-1}	1%
8	4 g L^{-1}	3%
9	4 g L^{-1}	5%

A los 15 días después de la siembra (DDS) se determinó el porcentaje de contaminación, por hongo, bacteria, porcentaje de oxidación y latencia. Pasados 50 DDS las plántulas se trasplantaron a medio DKW para su mantenimiento. Los resultados obtenidos se analizaron mediante hoja de cálculo Microsoft Excel 2016® determinando porcentajes por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contaminación en los tratamientos para establecimiento aséptico

De acuerdo con los resultados obtenidos, para lograr la asepsia de la testa es posible usar una concentración de 2-3 g L^{-1}, de Captan Ultra 50 W P®. Para el embrión es recomendable usar una solución de 3 a 5 % de hipoclorito de sodio (Figura 2). En relación con el procedimiento de asepsia reportado por Treviño (2013), en el que se usaron los mismos agentes desinfectantes, aunque diferente explante, se reportó efectividad empleando hipoclorito de sodio al 10 % por 15

minutos a diferencia de este trabajo donde se usó con éxito de 3 a 5 % durante 5 segundos. En *C. illinoinensis* cuando el cultivo *in vitro* no es aséptico el embrión muere, sin embargo se encontraron cultivos asépticos con embriones sin respuesta germinativa a los 15 DDS, aunque algunos comenzaron a germinar en los días posteriores; por este motivo, se dedujo que al momento de la toma de datos estos embriones se encontraban en latencia. En cambio, otro grupo de embriones se vio afectado por oxidación, lo cual afectó su capacidad para germinar.

Para nogal pecanero los procedimientos de esterilización incluyen etanol, hipoclorito de sodio, y en algunos casos, antibióticos y/o fungicidas. La respuesta *in vitro* de los explantes esta significativamente influenciada a la salud y condición fisiología de la planta madre. Además, la presencia de organismos, como bacterias u hongos, afecta la supervivencia de los explantes, su crecimiento y su posterior proliferación; sin embargo, el uso de productos como etanol, hipoclorito de sodio, pueden causar un daño irreversible al explante, siendo el tiempo de exposición a dichos productos uno de los factores que más influye (Casales, 2018).

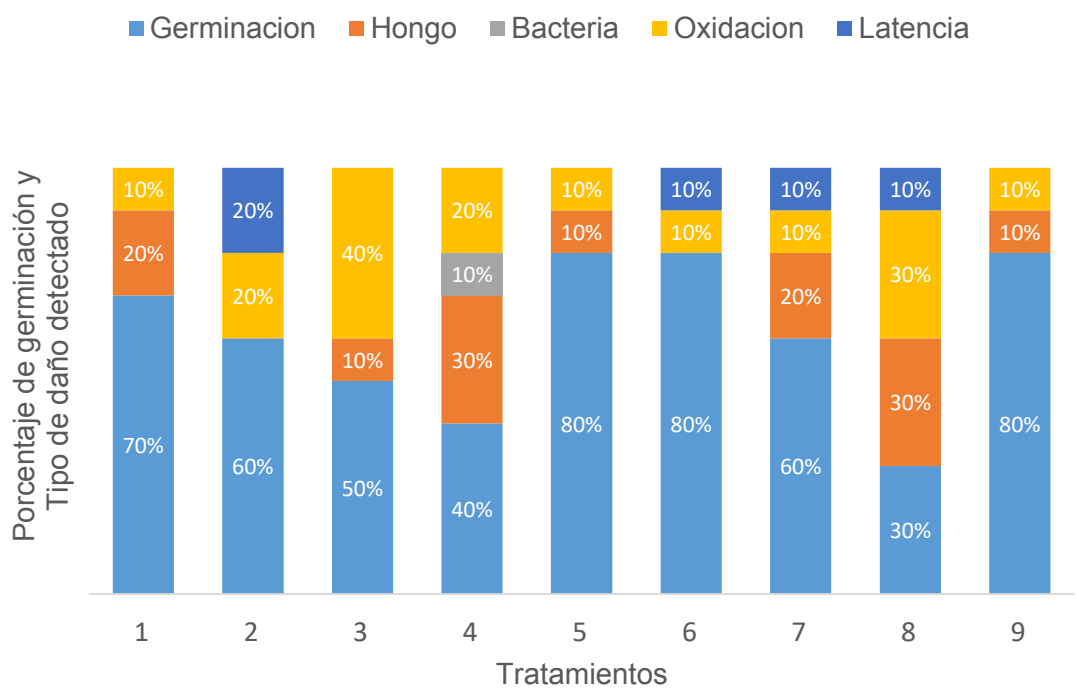


Figura 2. Porcentaje de germinación o tipo de daño ocurrido por tratamiento.

Para este protocolo no se realizó estratificación, y los embriones no fueron tratados con fitohormonas, El porcentaje más alto de germinación se obtuvo en el tratamiento 5,6 y 9 usando de 3 a 4 g L^{-1} de Captan Ultra 50 W P® con 3 a 5 % de hipoclorito de sodio, obteniendo un 80 % de germinación

Staden y Dimalla (1976) citado por Casales (2018), definieron las semillas de nogal pecanero como semillas no latentes debido a que las semillas pueden germinar en cualquier momento después de la cosecha, siendo incubado en condiciones favorables. Sin embargo, procedimientos como la estratificación pueden romper la latencia inmediatamente después de la cosecha alcanzando 91 % de germinación a los 20 días para siembra tradicional. Resultados mostrados en el trabajo de Shaban (2013), demuestran que el agua y la temperatura, por separado o juntas, son los factores más importantes que afectan el porcentaje y la tasa de germinación y que el tratamiento con fitohormonas no tiene relación en la tasa de germinación.

CONCLUSIONES

Se logró establecer un protocolo efectivo de establecimiento aséptico de embriones de nogal *in vitro* con 0 % de contaminación en los tratamientos 2 y 6 que contenían de 2 y 4 g L^{-1} de concentración de Captan Ultra 50 W P® respectivamente y una solución de 3 y 5 % de hipoclorito de sodio; se obtuvo el 80 % de germinación en los tratamientos 5, 6 y 9 que contenían, de 3 a 4 g L^{-1} de concentración de Captan Ultra 50 W P® y una solución de 3 a 5 % de hipoclorito de sodio. Se concluye que la respuesta de germinación no está estrechamente relacionada con el tratamiento aséptico usado, siendo posible lograr cultivos asépticos usando cualquiera de los tratamientos aquí recomendados con un manejo adecuado en laboratorio. Es recomendable hacer una selección de los embriones para garantizar su viabilidad, así mismo enfatizar la importancia de realizar un tratamiento aséptico a la testa para minimizar la presencia de agentes contaminantes que se acumulan en la estructura externa de la nuez. Esta serie de acciones pueden considerarse como parte fundamental para obtener porcentajes de germinación más altos y uniformes con el fin de establecer un protocolo para el cultivo *in vitro* de *C. illinoinensis*.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila-Treviño., Arreola-Ávila, J., Rodríguez-de la O, J., Trejo-Calzada, R., Valdez-Cepeda. D., y Borja-de la Rosa, A (2013). Respuestas morfogenéticas en la propagación *in vitro* de nogal pecanero (*Carya illinoinensis* [Wangenh]K. Koch) *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*,9(3): 469-481.

Casales, F. G., Van der Watt, E., & Coetzer, G. M. (2018). Propagation of pecan (*Carya illinoensis*): A review. *African Journal of Biotechnology*,17(18): 586-605.

Figueroa G. S., (2012) Evaluación del efecto replante en arboles de nogal pecanero (*Carya illinoensis* Koch" (Tesis Ingeniero agrónomo) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila, México.

González-Chávez B. P., D L. Ojeda-Barrios, O. A. Hernández-Rodríguez, J. Martínez-Téllez y Núñez-Barrios. (2009). Ectomicorrizas en nogal pecanero. *Tecnociencia*,3(3): Chihuahua 138-146.

Hernández M.S., (2009) Dinámica de los Flujos de Energía y de Bióxido de Carbono Sobre una Huerta e Nogal Pecanero (*Carya illinoinensis* Koch.) del Norte de Coahuila (Tesis Ingeniero Agrónomo en Irrigación) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Ojeda-Barrios, D., Arras Vota, A., Hernández-Rodríguez, O. López Díaz, J., Aguilar Valdés, A., y Denogean Ballesteros, F. (2010) Análisis foda y perspectivas del cultivo del nogal Pecanero en Chihuahua, *Revista Mexicana de Agronegocios,* (27): 348-359.

Payghmzadeh K., & Kazemitabar S. K., (2010). The effects of BAP, IBA and genotypes on *in vitro* germination of immature walnut embryos, *International Journal of Plant Production,* 4(4):309-322.

Shaban M. (2013) Effect of water and temperature on seed germination and emergence as a seed hydrothermal time model. *Int J. Adv. Biol. Biomed*. *Res*, 1(12):1686-1691.

Sifuentes-Ibarra, E., Samaniego-Gaxiola, J. A., Anaya-salgado, A., Núñez-Moreno, H., Valdez-Gascón, B., Gutiérrez-Soto, R.G., y Macías-Cervantes, J. (2015). Programación del riego en nogal pecanero (*Carya illinoinensis*), mediante un modelo integral basado en tiempo térmico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas,* 6(8): 1893-1902.

Yadav, R., & Nainwal, N. C. (2015). Micropropagation of walnut (*Juglans regia* L.) trees. *Annals of Horticulture*, *8*(1): 16-21.

CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*), BAJO DOS FUENTES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL MUNICIPIO DE TLAHUALILO, DGO., MÉXICO.

***[1]María Esther Ríos Vega, [1]Ma de Jesús Urrutia Olivarez, [2]Uriel Figueroa Viramontes, [3]Jorge Luis Rivera Hernández.**

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. [2]INIFAP CIRNOC C. E La Laguna. [3]Alumno tesista de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. **e-mail:* maesther.rios@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En México la importancia de la sandía radica tanto en la demanda de mano de obra como en la captación de divisas de esta hortaliza. La superficie cosechada promedio de sandía en México durante el año 2017 fue de 15 871 ha con un rendimiento promedio de 24.7 t ha^{-1} y una producción total de 509 409 t. Los principales estados productores son: Sonora, Chihuahua y Guerrero con participaciones de 31.3, 16.6 y 9.8% respectivamente. La Región Lagunera participa con 6.1 % de la producción nacional. La superficie cosechada dedicada a este cultivo es de 974 ha., (SIAP 2017). El municipio de Tlahualilo tuvo una superficie cosechada de 95 ha con un promedio de 42 t ha^{-1} (SIAP 2015).

El cultivo de sandía es una alternativa de producción en primavera y verano en la región norte-centro de México con un clima apropiado para alcanzar altos rendimientos (Villa *et al*., 2001). La fertilización es de suma importancia para el cultivo, ya que le proporciona nutrimentos esenciales para la nutrición vegetal y así tener una mejor producción al término de su ciclo.

La cantidad de nutrientes requeridos por el cultivo de sandía depende principalmente de la forma de aplicación, de la población de plantas, de la maquinaria utilizada y de la región productora, Nitrógeno y Potasio son los nutrimentos más extraídos por este cultivo (Grangeiro y Cecílio Filho, 2004, 2005).

En la fertilización convencional, sólo un tercio de los fertilizantes nitrogenados son utilizados por las plantas (Alfaia, 1997). Una alternativa son los fertilizantes de lenta liberación que son aquellos que ponen sus nutrientes a disposición de la planta en una forma lenta y duradera que estará disponible para la planta cuando ella lo requiera durante su desarrollo productivo (Ballester-Olmos, 1995). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dos fertilizantes nitrogenados en calidad y rendimiento en el cultivo de sandía hibrido Montreal en el municipio de Tlahualilo, Dgo., México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación se realizó en la parcela del Sr. Emeterio Lira Cortés, situada en el Ejido San Julio, municipio de Tlahualilo, Durango, México, localizado en el km 48 carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, ubicado geográficamente en los 25°93'72.22" de latitud norte y los 103°41'72.22" de longitud oeste a una altitud de 1100 metros sobre el nivel del mar; el clima predominante es seco estepario y presenta una temperatura media anual de 21°C.

El experimento se estableció en un suelo de textura arcillo arenosa con una densidad aparente de 1.3 g m^{-3}, la conductividad eléctrica de 0.57 ds m^{-1} y un pH de 7.8.

La preparación del terreno constó de un barbecho a 30 cm. de profundidad, un paso de rastra y un empareje con escrepa. Finalmente se construyeron las camas meloneras con medidas de 7 m de centro a centro. Se realizaron dos muestreos de suelo: el primero, antes de establecer el cultivo cuyas variables nos indicaron las características generales del suelo: textura, densidad aparente, conductividad eléctrica, pH, amonio y nitratos, y el segundo, al término del quinto corte. Las variables determinadas fueron amonio y nitratos del suelo, además se realizarán muestreos de humedad para el control del experimento.

Se aplicaron 7 riegos distribuidos en riego de pre-siembra y seis auxilios. El intervalo entre riegos fue de 14 días.

La siembra se realizó el día 14 de marzo del 2017 en suelo húmedo, se utilizó hibrido Montreal nunhems de Bayer**.** La densidad de siembra fue de 2196 plantas ha^{-1}.

La fórmula de fertilización empleada fue 150 - 80 - 00. Se utilizó fosfato monoamónico (map) como fuente de fósforo. Se aplicó todo el map 10 días antes de la siembra con ayuda de una fertilizadora, Se utilizaron dos fuentes de fertilización nitrogenada: sulfato de amonio (T1) y Novatec Solub-21 (Compo®) (T2) respectivamente. Los tratamientos se dividieron en cinco partes iguales y se aplicaron antes de cada riego de auxilio. La aplicación fue de forma manual, se realizó una zanja lineal a 15 cm de las plantas, posteriormente el fertilizante fue cubierto con suelo.

La parcela experimental fue de 10.5 m de largo por 7 m de ancho para obtener un total de 73.5 m^2. Cada parcela constó de dos surcos por cama y 8 plantas por surco a una distancia de 1.3 m.

Se realizó un escarde antes de cada riego, con la finalidad de guardar humedad en el suelo, eliminar malezas y facilitar la expansión de raíces. El control de maleza sobre la cama se realizó de forma manual cuantas veces fue necesario. No se requirió la aplicación de insecticidas ya que la presencia de insectos plaga se mantuvo por debajo del umbral económico.

Se realizaron 5 cortes de forma manual, se consideró la madurez comercial del cultivo. La calidad del fruto se determinó con un Refractómetro Digital Brixometro 0-55 °Brix Hm Digital para determinar los grados Brix (ºBrix) en una muestra representativa de cada parcela.

Las variables a evaluar en el cultivo fueron: días después de la siembra a floración femenina, días después de la siembra a floración masculina, número de flores femeninas, numero de flores masculinas, días después de la siembra al inicio del llenado, peso promedio, peso por parcela, diámetro ecuatorial, diámetro polar, calidad º BRIX, rendimiento. Se evaluó la variabilidad de Nitratos y Amonio en partes por millón (ppm) en los estratos 0-30 cm y 30-60.

Los tratamientos se establecieron bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela útil fue de 27.3 m^2. Los datos se analizaron en el software estadístico Infostat con múltiple comparación de medias (LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró diferencia significativa entre tratamientos evaluados (P ≥ 0.05) en días después de la siembra a floración femenina, ni en el caso de la femenina; la media fue de 51.67 y 50.84 respectivamente. De igual forma para Numero de flores masculinas y femeninas no se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P ≥ 0.05). La media fue de 3.60 y 10.80. En días después de la siembra al inicio del llenado no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos evaluados (P ≥ 0.05). La media fue de 58.22.

En el peso promedio del fruto, los tratamientos evaluados fueron estadísticamente iguales (P ≥ 0.05) en todos los cortes. La media fue de 7.40 kg. Estos resultados difieren a lo obtenido por Calizaya (2013) que consigna un promedio de 12.10 kg

En peso por parcela, los tratamientos fueron estadísticamente iguales en cada uno de los cortes (P ≥ 0.05). La media fue de 18.13 kg.

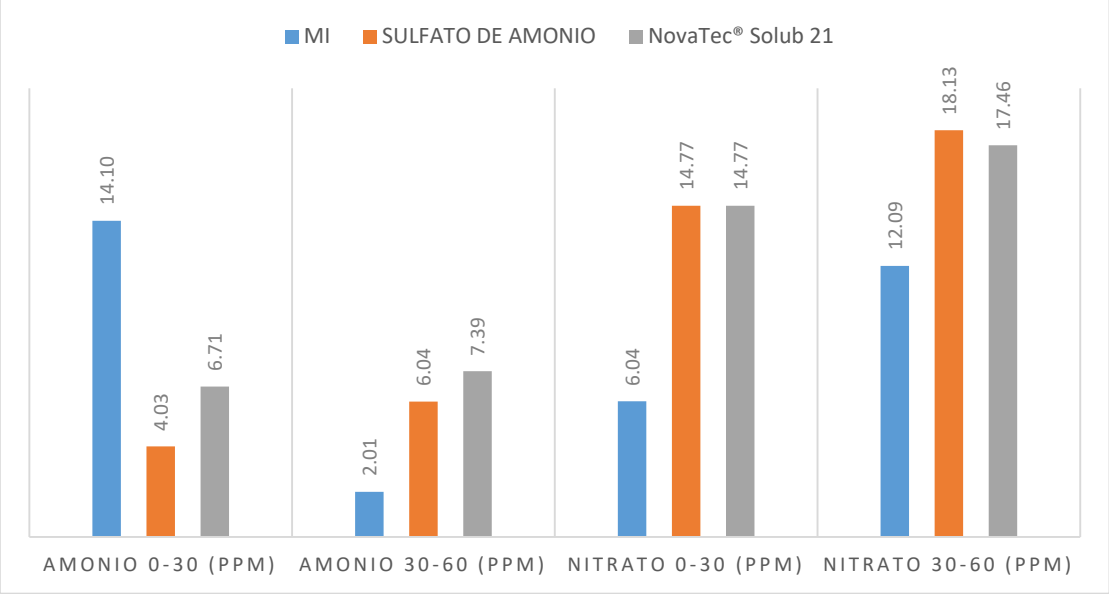
Con respecto al diámetro ecuatorial, no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos evaluados (P ≥ 0.05); la media fue de 58.51 cm. De manera similar, en el diámetro polar tampoco hubo diferencia significativa (P ≥ 0.05); la media fue de 78.71 cm. Estos resultados superan a lo obtenido por Calizaya (2013), quien obtuvo una media de 41.54. Mullins y Smith (2001) mencionan que la variedad Feedrom sandías sin semillas alargadas fueron las más grandes, y reportan una media de 33.02 cm de diámetro polar.

En el análisis de varianza los tratamientos fueron estadísticamente iguales (P ≥ 0.05) en “primera clase”; la media fue de 5.90. Todos los cortes de comportaron de igual forma.

No existió diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (P ≥ 0.05) en "clase desecho", con una media de 0.93.

En el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa (P ≥ 0.05), entre los tratamientos evaluados en Calidad º BRIX. La media fue de 9.92. Estos resultados no concuerdan con Miguel *et al.* (2004) evaluaron aplicaciones de CPPU en sandía y no encontraron diferencias en solidos solubles y superan mucho a lo obtenido por Huitrón *et al.* (2007), en un experimento de sandía triploide comparando un efecto del 2,4-D y CPPU obtuvieron con CPPU una media de 8°Brix.

En el análisis de varianza los tratamientos fueron estadísticamente iguales (P ≥ 0.05) en rendimiento. La media fue de 33.26 t ha^{-1}. Estos resultados difieren mucho a lo a lo obtenido por Huitrón *et al.* (2007), evaluando sandías triploide con el uso de CPPU en dosis de 50, 100, 150 y 200 ppm reportan un rendimiento medio de 91 t ha^{-1} (Figura 1).



MI=Muestreo inicial

Figura 1.- Concentración de amonio y nitrato (ppm) en dos profundidades del suelo como respuesta del cultivo de sandía (*Citrulus lanatus*) a dos fuentes de fertilización nitrogenada.

No se mostró diferencia significativa entre tratamientos en la variable nitratos en el suelo de 0-30 cm (ppm) y nitratos en el suelo de 30-60 cm (ppm) (P ≥ 0.05). La media fue de 14.77 y 17.80 respectivamente.

En el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa entre tratamientos evaluados (P ≥ 0.05) de Amonio en el suelo de 0-30 cm (ppm) y Amonio en el suelo de 30-60 cm (ppm). La media fue de 5.37 y 6.72 respectivamente.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, esto nos indica que de acuerdo a los resultados obtenidos es posible obtener resultados similares en producción y calidad con cualquiera de los fertilizantes sulfato de amonio y Novatec Solub-21 (Compo®). De igual forma en cuanto a las variables en el suelo no se encontró diferencia significativa entre tratamientos evaluados ($P \geq 0.05$), esto nos indica que la disponibilidad del Nitrógeno en el suelo es similar en ambos tratamientos.

BIBLIOGRAFIA

Alfaia, S.S. 1997. Destino de fertilizantes nitrogenados (15N) em um Latossolo Amarelo cultivado com feijão caupi (Vigna unguiculata L.). Acta Amazonica, v.27, p.65-72.

Ballester-Olmos J.F.1995. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Misterio de Agricultura Pesca y Alimetacion. Hojas Divulgadoras. Num.3/94 HD. [En Internet]. Disponible en:http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_03.pdf

Calizaya, G. A. (2013). Tesis influencia de cinco fuentes de materia orgánica en el rendimiento y calidad del cultivo de sandía *(Citrullus lanatus Thunb)* en la zona de la Yarada-Departamento de Tacna. Tacna-Perú.

Grangeiro, L.C.; Cecílio Filho, A.B. 2004. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. Horticultura Brasileira, v.22, p.93-97.

Grangeiro, L.C.; Cecílio Filho, A.B. 2005. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. Horticultura Brasileira, v.23, p.763-767.

Huitrón, M.V., Díaz, M., Diánez, F., y Camacho F. 2007. Effect of 2,4 D and CPPU On triploid watermelon production and quality. Horscience 42 (3):559-564.

Miguel, A. J. V. Maroto; S. y Lopez- Galarza. 2004. Triploid seedless watermelon production without polinators. Effect of the number of sprayed flowers on fruit size. ISHS Act Horticulture 559: V International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Current Trends for Suistainable Technologies. Disponible en:

SIAP. 2015**.** Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119

SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119

Villa C., M. A. Inzunza I y E. A. Catalán V. 2001. Zonificación Agroecológica de Hortalizas involucrando grados de riesgo. Terra 19: 1-7.

FRECUENCIA DE AISLAMIENTO DE HONGOS ASOCIADOS A LA SECADERA DE LA FRESA EN JACONA MICHOACAN

María Gabriela Ramirez Valadez[1,2], Ma. de Lourdes Rodríguez Mejía[1], Marcelo Acosta Ramos[1], Juan Fernando Solís Aguilar[1]

[1]Posgrado en Protección Vegetal. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Mexico-Texcoco Km 38.5 Texcoco Edo. de México. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Valle del Guadiana. Km 4.5 carretera Durango-El Mezquital. Email: ga_bi05@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo de fresa (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) ha sido importante para México desde mediados del siglo XX, cuando se inició la demanda del producto en el mercado estadounidense (Bucio *et al.,* 2016)

Se estima que a lo largo de la cadena de producción y la cadena agroindustrial de la fresa se generan 15,000 empleos directos y 4,500 indirectos. El volumen y valor de producción de fresa se concentra en un 96% en los estados de Michoacán, Baja California, Jalisco y Guanajuato (SAGARPA, 2015). En México, las enfermedades de la raíz causadas por hongos y pseudohongos son las principales limitantes fitosanitarias del cultivo de la fresa, destacando la secadera, la cual consiste en un marchitamiento y muerte gradual de la planta (Castro y Dávalos, 1990) se considera como la enfermedad más destructiva de este cultivo, debido a su incidencia, distribución y difícil control (Ceja *et al.*, 2008). La enfermedad se ha asociado con nueve organismos sobresaliendo cuatro especies de *Fusarium, Verticillium dahliae, Rhizoctonia solani* y *Phytophthora* sp. (Castro y Dávalos, 1990; Quintero *et al.,* 1998). A la fecha, sólo se ha demostrado la patogenicidad de *F. oxysporum.* lo que es una limitante para el manejo efectivo de la secadera. Por lo que este trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar el o los agentes causales que ocasionan la secadera de la fresa en Jacona Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo. Se realizaron tres muestreos en el rancho Agro del Valle de Zamora, ubicado en el municipio de Jacona, Michoacán. El material vegetal se obtuvo de plantas de fresa con síntomas de secadera de la variedad OCEOLA®, mediante muestreos completamente al azar realizados el 13 de febrero, 4 de marzo y 9 de abril del 2016. Las muestras se colocaron en bolsas de polietileno y se etiquetaron para su identificación y traslado al laboratorio de bacterias de la Universidad Autónoma Chapingo para ser procesadas.

Aislamiento y purificación. La corona y raíz de las plantas se lavaron con agua corriente y se cortaron en pedazos de 1 cm^2 y de 1 cm de longitud. En condiciones asépticas se desinfecto el material con hipoclorito de sodio al 2% por un minuto y enjuagando tres veces con agua destilada y estéril, después se colocaron cinco trozos en cada caja Petri con medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) y medio de Agar V8 (V8), una vez que se observó crecimiento micelial, este se transfirió al medio de cultivo Agua Agar para obtener puntas de hifa, las cuales se transfirieron a medio PDA. Una vez que se obtuvieron las colonias puras se contabilizo la frecuencia de aislamiento de los hongos.

Identificación morfológica de los agentes causales de la secadera de la fresa. Para identificar morfológicamente los agentes causales, se realizaron preparaciones tomando porciones de micelio y esporas, las cuales se tomaron de colonias de siete días de crecimiento en medio de cultivo PDA para su observación al microscopio, y fueron identificados a nivel de género con base en las claves de Barnett y Hunter (1998), Erwin y Ribeiro (1996) y Sneh *et al.,* (1991).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Frecuencia de aislamientos de hongos asociados a la secadera de la fresa. En los muestreos realizados el 13 de febrero, 4 de marzo y 9 de abril del 2016 en el rancho Agro del Valle Zamora se encontraron plantas de fresa con síntomas de secadera y un gran número de plantas muertas, en las cuales se observó una reducción del tamaño y cantidad de follaje, además de la falta de floración y/o fructificación. Las hojas periféricas completamente secas, y las centrales de color amarillo comenzado a secarse de los bordes hacia el centro y la corona con una coloración marrón claro (Fig. 1), lo cual indica una obstrucción de los haces vasculares.

Figura 1. Planta de fresa con síntomas de secadera, en Jacona, Michoacán, 2016

En los dos primeros muestreos se aislaron cinco hongos, a los cuales se les designo como H1-H5, en el primer muestreo el H1 tuvo la mayor frecuencia de aislamiento con el 28% seguido del H2 con el 24%, mientras que en el segundo muestreo H1 tuvo el 27% y H2 el 26%, en el tercer muestreo solo se aislaron cuatro de los cinco hongos aislados anteriormente, y el H1 nuevamente presentó mayor frecuencia con el 35%, seguido del H2 con un 28%. A lo largo de los muestreos H5 mostró disminución en la frecuencia de aislamiento y H1, H2 y H3 un incremento, mientras que H4 se mantuvo sin cambios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Frecuencia de aislamiento de hongos asociados a la secadera en diferentes muestreos en Jacona, Michoacán, 2016

Hongo	Frecuencia (%)		
	Muestreo 13-02-16	Muestreo 04-03-16	Muestreo 09-04-16
1	28	27	35
2	24	26	28
3	20	22	24
4	13	13	13
5	15	12	0

De las 150 plantas recolectadas en los tres muestreos con síntomas de secadera la frecuencia promedio obtenida fue la siguiente; 30% correspondió a H1, el 26% a H2, el 22% a H3, el 13% a H4 y el 9% a H5.

Descripción morfológica de los hongos aislados en medio de cultivo PDA.

H1. Este hongo presentó colonias de micelio algodonoso, de color crema (Fig. 2A), micelio septado y microconidios abundantes de forma ovoide y hialinos producidos en fiálides largas. Se observaron pocos macroconidios curvados con uno a cuatro septos (Fig. 2B) y clamidosporas globosas, características pertenecientes al género Fusarium (Barnett y Hunter, 1998).

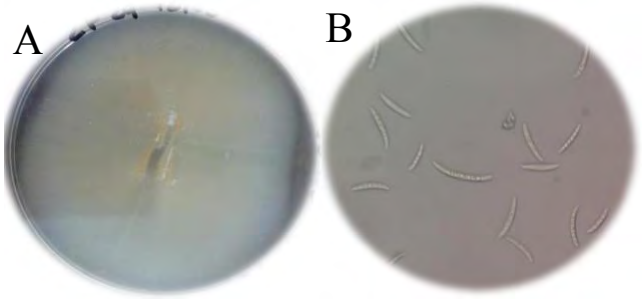


Figura 2. A) Crecimiento de *Fusarium* spp. en medio de cultivo PDA. B) Microfotografía (40X) de macroconidios de *Fusarium* spp

H2. Produjo colonias de micelio de color rosa púrpura que al invadir todo el espacio se tornaron violeta (Fig. 3A), presentó micelio septado, microconidios ovoides y hialinos producidos en fiálides cortas (Fig. 3B), macroconidios ligeramente curvados con tres a cinco septos, y clamidosporas terminales o intercalares características correspondientes al género *Fusarium* con base en las características descritas por Barnett y Hunter (1998).

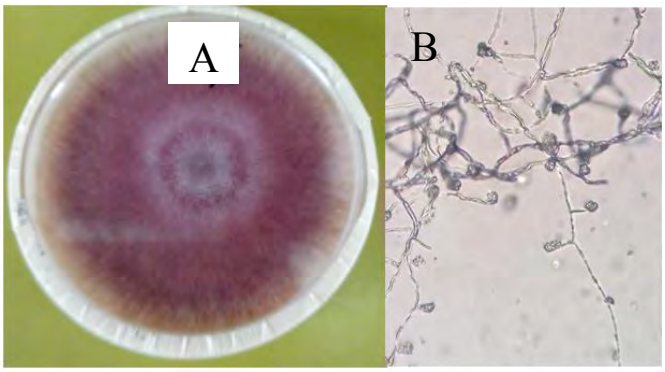


Figura 3. A) Crecimiento de *Fusarium* spp. en medio de cultivo PDA. B) Microfotografía (40X) de microconidios de *Fusarium* spp

H3. La colonia en medio de cultivo PDA presentó micelio de color blanco, algodonoso (Fig. 4A), microconidios ovoides y hialinos (Fig. 4B) formados en macro fialides en cabezas falsas en fialides laterales y simples, macroconidios ligeramente curvados y clamidosporas terminales o intercalares. Estas características coinciden con el género *Fusarium* descrito por Barnett y Hunter (1998).

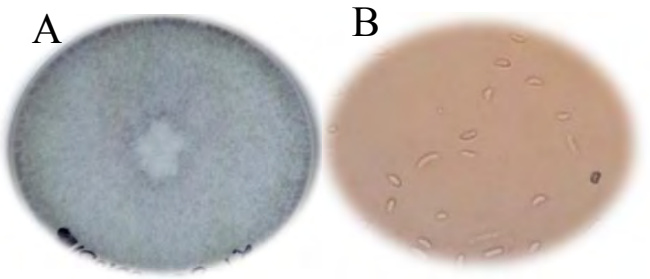


Figura 4. A) Crecimiento de *Fusarium* spp. en medio de cultivo PDA. B) Microfotografía (40X) de microconidios de *Fusarium* spp.

H4. Produjo colonias blancas, micelio cenocítico sumergido en el medio, formó oogonios con anteridios paráginos y esporangios hialinos globosos sin papila o semipapilados, características que coinciden con las descritas por Erwin y Ribiero (1996) como pertenecientes al género *Phytophthora*.

H5. Se observaron colonias blancas, con ramificaciones desarrolladas en ángulo recto (90°) (Fig. 5) e hifas binucleadas descripción que pertenece al género *Rhizoctonia* (Sneh *et al.,* 1991).

Figura 5. Microfotografía (40X) de micelio de *Rhizoctonia* spp.

A lo largo de los muestreos la frecuencia de aislamiento del género *Rhizoctonia* disminuyo de la etapa de floración a fructificación, probablemente debido a diferencias en la densidad de inóculo en cada estado fenológico al igual que lo reportado por Castro y Dávalos, (1990) o a cambios en la susceptibilidad de la planta por efecto de la variedad, edad o competencia entre organismos con predominancia. El género *Fusarium* incremento esto posiblemente se debió a

cambios en las condiciones ambientales ya que la temperatura y la humedad se incrementaron a lo largo de los muestreos lo que concuerda con lo reportado por Ceja *et al.* (2008). Otro factor que influyó fue la edad fisiológica de la planta ya que al estar en etapa de fructificación la planta sufre estrés lo que la vuelve más susceptible al ataque de patógenos.

CONCLUSIÓN

En este experimento se encontraron tres géneros *Fusarium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia* asociados a la secadera de la fresa en Jacona, Michoacán en el ciclo de producción 2016, sin embargo, es necesario realizar pruebas de patogenicidad para determinar su grado de patogenicidad en el cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Barnett, H.L and B.B. Hunter. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 4th Ed. APS, St. Paul, MN. 240pp.

Bucio V., C. M., F. R. Díaz, O. A. Martínez y J. J. Torres. 2016. Efecto del ozono sobre la población microbiana del suelo y el crecimiento de plantas de fresa. Latinoamericana 34: 229-237.

Castro F. J., y P. Dávalos. 1990. Etiología de la secadera o pudrición de la raíz y corona de la fresa en Irapuato, Gto. Revista Mexicana de Fitopatología. 8: 80-86.

Ceja-Torres L. F., G. Mora-Aguilera, D. Téliz, A. Mora-Aguilera, P. Sánchez-García, C. Muñoz-Ruíz, B. Tlapal-Bolaños, y R. De La Torre-Almaraz. 2008. "Ocurrencia de hongos y etiología de la secadera de la fresa con diferentes sistemas de manejo agronómico". Agrociencia 42 (4): 451–61.

Erwin D. C., and O. K. Ribeiro. 1996. Phytophthora Diseases Worldwide. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. pp: 96-124.

SAGARPA, 2015, Panorama de la fresa. Boletín informativo. Michoacán, México, 2pp.

Sneh B., L. Burpee, and A. Ogoshi. 1991. Identification of Rhizoctonia Species. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. pp: 39-42.

Quintero, J. R., R. S. García, S. Montoya, y F. Estrada. 1998. Etiología de las enfermedades del cultivo de la fresa (Fragaria spp.) en Sinaloa. In: Memorias del XXV Congreso Nacional de Fitopatología. Guanajuato, Gto. 84 p.

PATOGENICIDAD DE HONGOS ASOCIADOS A LA SECADERA DE LA FRESA EN JACONA, MICHOACAN.

María Gabriela Ramirez Valadez[1,2], Ma. de Lourdes Rodríguez Mejía[1], Marcelo Acosta Ramos[1], Juan Fernando Solís Aguilar[1]

[1]Posgrado en Protección Vegetal. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Mexico-Texcoco Km 38.5 Texcoco Edo. de México. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Valle del Guadiana. Km 4.5 carretera Durango-El Mezquital. Email: ga_bi05@hotmail.com

INTRODUCCIÓN.

A nivel mundial en el cultivo de fresa, uno de los principales problemas es la susceptibilidad que presenta a diversas enfermedades causadas por microorganismos patógenos, principalmente por hongos como *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. *Verticillium* sp. *y Phytophthora* sp. que son causantes de la enfermedad conocida como la "secadera", junto con otras enfermedades de corona y de raíz asociadas a estos microorganismos se consideran como un grave problema para la producción agrícola de la fresa ya que generan grandes pérdidas económicas a los productores (Fang, 2012) y han sido la principal limitante fitosanitaria para una óptima producción.

En la región central de México, la secadera causa pérdidas mayores al 50% ya que se presenta desde etapas tempranas del cultivo y (Dávalos *et al*., 1992). A la fecha, sólo se ha demostrado la patogenicidad de *F. oxysporum.* lo que es una limitante para el manejo efectivo de la enfermedad (Ceja *et al,* 2008). En estudios anteriores se identificaron varios hongos asociados a la secadera de la fresa en Jacona, Michoacan, sin embrago es necesario identificar las especies patógenas para ejercer un control racional sobre estas.

MATERIALES Y METODOS

En este experimento se utilizaron hongos aislados anteriormente y denominados consecutivamente de H1-H5, los cuales fueron identificados morfológicamente como pertenecientes al género *Fusarium* del H1 al H3, H4 como *Phytophthora* y H5 como *Rhizoctonia*.

Para llevar a cabo las pruebas de patogenicidad se utilizaron plantas de la variedad Albión y San Andreas, las cuales se trasplantaron en bolsas de 15 L con suelo estéril.

Previo a su trasplante, las plántulas utilizadas se mantuvieron en refrigeración a 15°C por 4 días, posteriormente se trasplantaron en bolsas negras rellenas con suelo. Antes del trasplante

el suelo se mojó hasta capacidad de campo y se mantuvo así hasta el final del experimento manteniendo las macetas bajo condiciones de invernadero. Se preparó una suspensión de cada hongo a una concentración de $1x10^6$ conidios/mL en agua destilada y Tween 80 al 0.1%. Se aplicaron 15 mL de la suspensión de cada hongo o de la mezcla de ellos directamente en el suelo 24 horas antes del trasplante. Los testigos se inocularon con agua destilada estéril. Las mezclas realizadas se muestran en el Cuadro 1.

Re-aislamiento del agente causal. En las plantas donde se reprodujeron los síntomas de la secadera, se procedió a aislar nuevamente al agente causal.

Cuadro 1. Mezclas de los hongos aislados de la secadera de la fresa para probar su patogenicidad en plantas de fresa de las variedades Albión y San Andreas.

Tratamiento	Cepa de Hongo
1	H1
2	H2
3	H3
4	H4
5	H5
6	H1+H2
7	H1+H3
8	H1+H4
9	H1+H5
10	H2+H3
11	H2+H4
12	H2+H5
13	H3+H4
14	H3+H5
15	H4+H5
16	Testigo

H1= *Fusarium* sp, H2= *Fusarium* sp, H3= *Fusarium* sp, H4= *Phytophthora* sp. H5= *Rhizoctonia* sp.

Variables a evaluar

Incidencia. Número de plantas con síntomas de secadera o número de plantas muertas, en relación al número total de plantas por tratamiento

Severidad. La severidad se estimó de manera visual durante el ciclo del cultivo mediante una escala arbitraria de daño con valores: 0 (planta sana), 1 (planta con ligera marchitez), 2 (planta con marchitez moderada) y 3 (planta muerta). Los valores de severidad se transformaron en porcentajes de infección con la Fórmula de Townsend y Heuberger (1943).

$$\%Infección = \Sigma n \times vN \times i\ 100$$

Donde: n= número de plantas por categoría

v= valor numérico de cada categoría

N= número total de plantas en el tratamiento

i= categoría de mayor escala

Ambas variables se midieron a los 20, 40 y 60 días después del trasplante.

Diseño experimental. Para determinar la patogenicidad de los posibles agentes causales de la secadera de la fresa se tomó en consideración las variables incidencia y severidad, para lo cual se estableció un experimento bajo un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones y con los resultados obtenidos se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) y una prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey (P = 0.05). Los datos se analizaron en el Programa SAS v.9.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas de la variedad Albion, inoculadas con los hongos H1 y H4, a los diez días de la inoculación comenzaron a mostrar amarillamiento del follaje, seguida de necrosis marginal y menor tamaño a diferencia de los testigos sanos cuyo follaje se mantuvo verde y con buen desarrollo. A los 20 días después del trasplante (ddt), se encontró un 100% de incidencia cuando los hongos se aplicaron solos, excepto en el H5, donde se presentó solo el 66%. Cuando los hongos se aplicaron en mezcla de dos, se presentaron incidencias mayores al 50% en todas excepto en las mezclas H2+H5 y H3+H5, con un 33 y 0% respectivamente. A los 40 ddt las mezclas H2+H3, H2+H5, y H3+H5 no alcanzaron el 100% de incidencia, pero a los 60 ddt se mostraron síntomas en el 100% de los tratamientos.

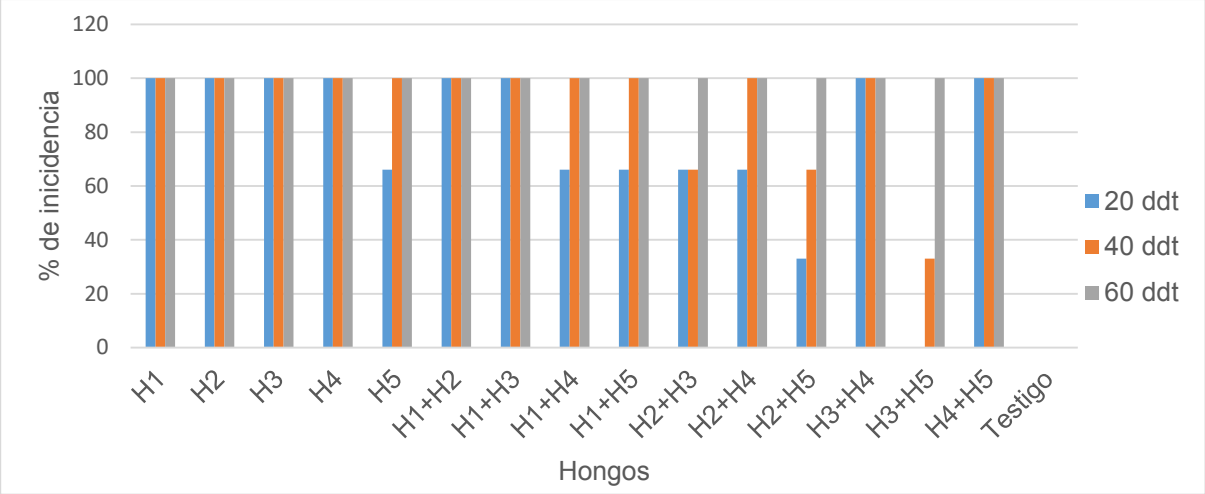


Figura 1. Porcentaje de incidencia de los hongos que ocasionan la secadera de la fresa en Jacona, Michoacán, 2016, a los 20, 40 y 60 ddt sobre plantas de fresa variedad Albión.

En la variedad San Andreas, al aplicar solo un hongo la incidencia fue del 100% desde los primeros 20 ddt, mientras que al aplicar las mezclas de dos hongos a los 20 ddt solo se observaron síntomas en las mezclas H1+H3, H2+H3, H3+H5 con el 100% de incidencia y H3+H4 con el 33%.

A los 40 ddt en las mezclas de los hogos H1+H3, H2+H3 y H3+H5 se presentó el 100% de incidencia y en las mezclas H1+H4 y H1+H5 un 33 % y en el resto en las mezclas no manifestaron síntoma. A los 60 ddt solo se incrementó la incidencia en tres tratamientos con respecto a la evaluación anterior, en la mezcla H1+H4 con el 33% de incidencia, y en H3+H4 con el 66% (Fig. 2).

Severidad. Para evaluar la virulencia de los hongos asilados con mayor frecuencia de plantas con síntomas de secadera se midió el porcentaje de infección, en la primer evaluación a los 20 ddt en la variedad Albión se observó la mayor severidad al aplicarse los hongos H1 y H4 con un 93.33 y 100% respectivamente, al aplicarse en mezcla de dos la mayor severidad se presentó en las mezclas conformadas por H1+H3 y H4+H5 ambas con el 100%.

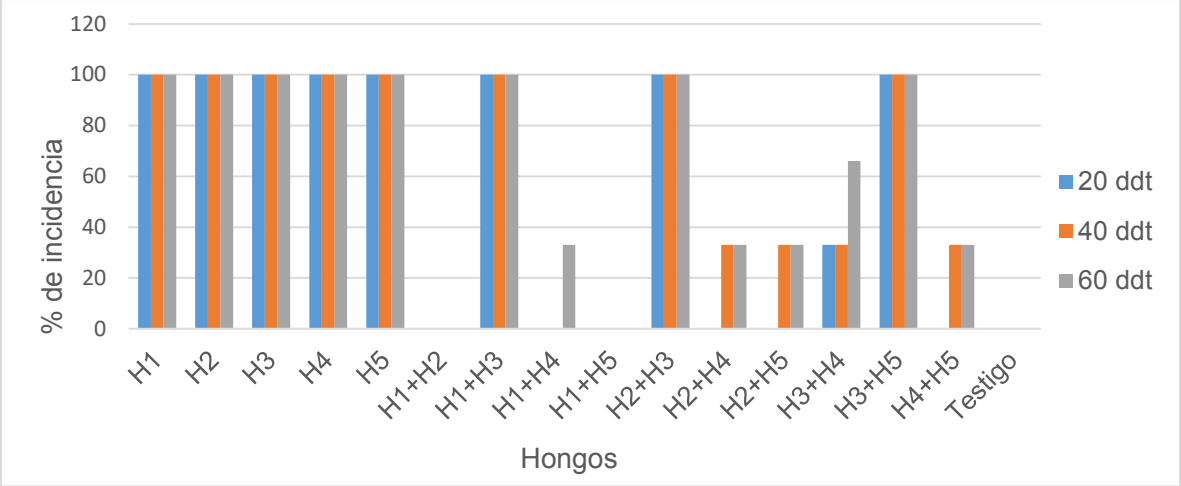


Figura 2. Porcentaje de incidencia de los hongos que ocasionan la secadera de la fresa en Jacona, Michoacán, 2016, a los 20, 40 y 60 ddt sobre plantas de fresa variedad San Andreas.

En las dos evaluaciones siguientes, se observó un incremento en el porcentaje de severidad en todos los tratamientos; sin embrago, en los cuatro tratamientos citados anteriormente, se mantuvieron como los más agresivos. Los tratamientos en los que se presentó menor porcentaje de severidad, fueron las mezclas H3+H5 y H2+H5 con un 20 y 40% respectivamente (Fig. 3).

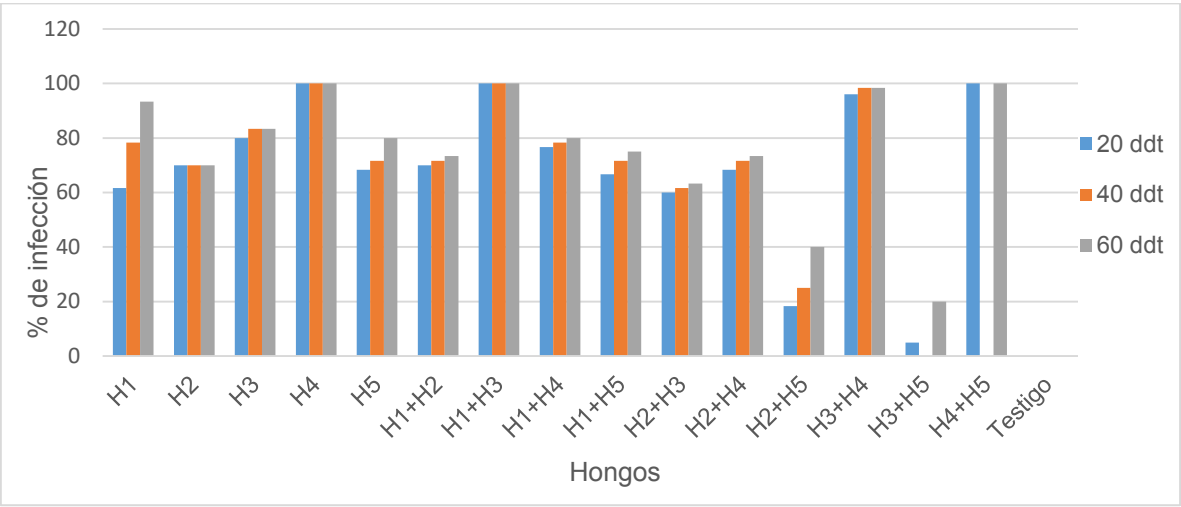


Figura 3. Porcentaje de incidencia de los hongos que ocasionan la secadera de la fresa en Jacona, Michoacán, 2016, a los 20, 40 y 60 ddt sobre plantas de fresa variedad Albion.

En la variedad San Andreas, a los 20 ddt, los tratamientos con mayor severidad fueron H1, H2 y H4, con el 86.67, 99.33, 85% respectivamente, en la mayoría de las mezclas de dos hongos registraron infección por debajo del 15% a excepción de H2+H3 y H3+H5 con 35 y 46.67%

respectivamente. En la segunda fecha de evaluación se observó un incremento en el porcentaje de infección en todos los tratamientos, con excepción de las mezclas H1+H4 y H1+H5 las cuales no mostro síntomas. En la última evaluación los tratamientos con mayor severidad fueron H1 y H4 con el 95% y H2 y H5 con el 100% de infección (Figura 4).

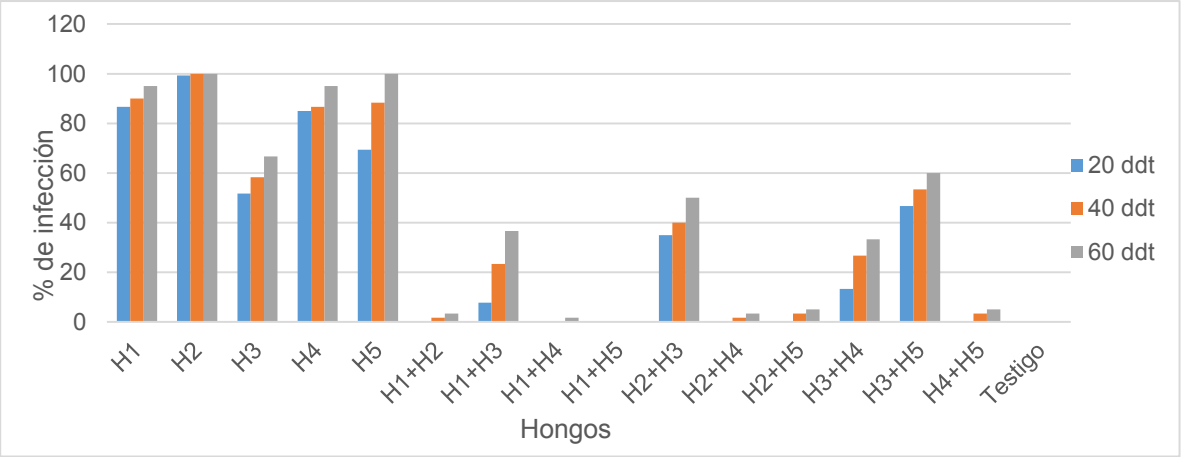


Figura 4. Porcentaje de incidencia de los hongos que ocasionan la secadera de la fresa en Jacona, Michoacán, 2016, a los 20, 40 y 60 ddt sobre plantas de fresa variedad San Andreas.

En ambas variedades los tratamientos en donde se aplicaron los hongos por sí solos presentaron la mayor incidencia y severidad, esto posiblemente se debe a que al no haber otro microorganismo no hay competencia y por lo tanto el patógeno solo requiere las condiciones favorables para su ataque. En los tratamientos formados por la mezcla de dos hongos los porcentajes de incidencia e infección fueron muy variables en ambas variedades, esto tal vez se debe a que al haber más de un microorganismo presente en la rizosfera, estos establecen interacciones complejas como competencia, mutualismo, comensalismo, parasitismo etc. (Rodriguez, 2001), durante estas interacciones es posible que se beneficien, dañen o no se afecten entre los microrganismos patógenos.

La variedad más susceptible fue Albion, Santos *et al.* (2016) clasifican a la variedad San Andreas como resistente a *Fusarium* spp. mientras que a Albion la clasifican como susceptible en Estados Unidos y España. Vela-Delgado *et al.* (2016) reportan que las plantas de fresa variedad San Andreas al ser inoculadas con *Fusarium* spp. emitieron mayor cantidad de raíz, la corona fue menos afectada y obtuvo un mayor peso fresco que la variedad Albion, por lo que clasificaron a la variedad San Andreas como resistente y a la variedad Albion como susceptible.

CONCLUSIÓN

Todos los hongos utilizados fueron patogénicos, presentado mayor infección al aplicarse solos, sin embargo, la variedad Albion fue más susceptible que la variedad San Andreas, pese a su susceptibilidad sigue siendo más utilizada en las zonas de producción de México, ya que sus frutos poseen mejores características organolépticas que la variedad San Andreas.

BIBLIOGRAFÍA

Ceja-Torres L. F., G. Mora-Aguilera, D. Téliz, A. Mora-Aguilera, P. Sánchez-García, C. Muñoz-Ruíz, B. Tlapal-Bolaños, y R. De La Torre-Almaraz. 2008. "Ocurrencia de hongos y etiología de la secadera de la fresa con diferentes sistemas de manejo agronómico". *Agrociencia* 42 (4): 451–61.

Dávalos, G. P., J. Castro F., E. Redondo J., H. Rodríguez G., G. Díaz C., y A. Arévalo V. 1992. Guía para cultivar fresa en Irapuato. Folleto para productores No. 1. INIFAP-CIAPSARH. México, D. F. 52 p.

Fang, X.L.; Philips, D.; Li, H.; Barbetti, M.J. 2012. Severity of crown and root disease of strawberry and associated fungal and oomycete pathogens in west Australia. Australian Plant Pathology. 40, 109-119.

Rodríguez G. M. 2001. Biodiversidad de los hongos fitopatógenos del suelo de México. Acta Zoológica Mexicana 1: 53-78

Santos B., M. Chamorro, J. J. Medina-Mínguez, N. Capote, A. Aguado, y F. Romero. 2016. "Emerging Diseases in Strawberry Crop: Charcoal Rot and Fusarium Wilt." *In Strawberry: Growth, Development and Diseases*. Husaini A. M., and D. Neri. (ed). Wallingford, England, pp: 212–50.

Vela-Delgado M. Dolores, N. Capote, J. M. Melero-Vara, y M. J. Basallote-Ureba. 2016. "Evaluación de la susceptibilidad de variedades comerciales de fresa a *Fusarium solani*". Memorias del XVIII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología

DINÁMICA POBLACIONAL DE *Anthonomus grandis* BOHEMAN, EN LA COMARCA LAGUNERA

Puentes-Gutiérrez Judith, Nava-Camberos Urbano, Ávila-Rodríguez Verónica, Romero Mendez Ulises y Rodríguez-Estrada José Luis

Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Biológicas.
Avenida Universidad s/n Frac. Filadelfia, C.P. 35010, Gómez Palacio, Dgo. Correo electrónico: jpg0312@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El Picudo del algodonero, *Anthonomus grandis* es considerado la principal plaga de los cultivos del algodonero en América; la más destructiva, debido a su capacidad biológica de reproducción, dispersión y diseminación, además ha demostrado poseer una enorme capacidad de adaptación a diferentes ambientes. (INTA, 2017).

Si bien esta se considera originaria de tierras bajas, húmedas y calientes, como las selvas del sur de México, aunque algunos estudios consideran que se ha adaptado a áreas de temperaturas templado-frías y extrema aridez, como el desierto de Sonora en el noroeste de México y el sudoeste de EE.UU. En estos ambientes los picudos suelen atravesar una diapausa invernal, período en que sobreviven en los capullos caídos, la hojarasca y otros lugares de refugio, sin desarrollar actividad reproductiva y con un consumo energético mínimo (Lanteri *et al*., 2003). Como ya se puede ver *A. grandis* es una especie no muy exigente en cuanto a cuestiones climáticas ya que puede adaptarse fácilmente a diferentes condiciones. El monitoreo del picudo del algodonero indica que a través de los años la dinámica de la población ha variado, existiendo alta correlación con la superficie de siembra de algodonero.

En algunos cultivos se desconoce de la dinámica poblacional de los insectos plaga y benéficos (Vázquez *et al*., 2016). Pérez de la Cruz *et al*. (2009), mencionan que la descripción de la dinámica poblacional es importante en el manejo de plagas ya que a través de la misma se estima la incidencia y se puede planificar el manejo del insecto. Mientras que, Socarrás y Suárez, (2009), argumentan que al estudiar el grado de asociación de los insectos se conoce el impacto de los enemigos naturales en las poblaciones de las plagas. Por lo tanto el presente trabajo tiene como finalidad demostrar la dinámica poblacional de *A. grandis* durante los años 2015 al 2017, y para ello, se planteó el objetivo de determinar la dinámica poblacional de *A. grandis* en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio abarca el área de la región lagunera tanto de Coahuila como de Durango, ubicada en el Centro Norte de México entre los paralelos 24° y 26° de Latitud Norte y los meridianos 102° y 104° Longitud Oeste y a una altura promedio de 1,275 msnm, conformada por 11 municipios del estado de Durango y 5 municipios del estado de Coahuila. El trabajo se llevó a cabo en colaboración con la Junta Local de Sanidad Vegetal de ambos estados, durante el periodo en que se llevó a cabo la toma de datos se instalaron las trampas con la feromona sintética "Grand Lure" por cada 2 hectáreas, en los diferentes predios el número instalado fue de acuerdo al área de cada uno de ellos y la feromona fue sustituida cada 21 días que es lo recomendado para que siga siendo efectiva. La instalación de las trampas se llevó a cabo durante el mes de Marzo y Abril en los diferentes predios, ya instaladas las trampas se realizó el conteo de individuos capturados semanalmente en cada una las trampas de los predios hasta la fecha de retirar las trampas que fue en los meses de Noviembre y Diciembre, con los datos obtenidos se llevó a cabo la elaboración de las bases de datos correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Como resultado podemos observar lo siguiente, en lo que corresponde al estado de Coahuila la Tabla 1 nos muestra el número de individuos de *A. grandis* capturados en cada uno de los años y en cada uno de los predios con el número de trampas instaladas pudiendo observar que el año 2015 fue en el que más individuos fueron capturados, en lo que respecta para el estado de Durango en la Tabla 2 podemos observar de igual manera que el año 2015 fue en el que de igual manera se obtuvo el mayor número de individuos capturados con el número de predios y sus respectivas trampas instaladas, así con estos resultados podemos observar que el mayor número de individuos de *A. grandis* capturados se encuentra en lo que corresponde al estado de Coahuila esto debido a que en este se encuentran el mayor número de predios y áreas siembra de algodonero y por lo tanto el mayor monitoreo de *A. grandis*.

Tabla 1. Número de Predios, trampas y Municipio monitoreados en la Comarca de Coahuila.

	2015	**2016**	**2017**
No. Predios	**2,003**	**2,094**	**3,143**
Trampas instaladas	**5,843**	**5,247**	**4,964**
***A. grandis* capturados**	**4,302,568**	**2,045,175**	**354,300**
Municipios monitoreados	**Francisco I. Madero, Matamoros y San Pedro**		

Tabla 2. Número de Predios, trampas y Municipio monitoreados en la Comarca de Durango.

	2015	2016	2017
No. Predios	**373**	**291**	**490**
Trampas instaladas	**1,236**	**991**	**1,491**
***A. grandis* capturados**	**628,039**	**307,636**	**440,875**
Municipios monitoreados	**Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí, Tlahualilo**		

En lo que respecta a las capturas que se realizaron semanalmente para el estado de Coahuila se puede observar en la Figura 1 el comportamiento de los individuos desde el inicio de las capturas en las primeras semanas de mayo, durante las primeras semanas se obtuvieron muy pocas capturas iniciando el aumento hasta en el mes de agosto donde se observaron capturas promedio desde 5 hasta más de 8 individuos por trampa semanal en los diferentes años encontrando que el punto más alto fue en el año 2015 en la última semana del mes de Septiembre con un promedio de 154.45 individuos, para el año 2016 se obtuvo el mayor promedio de individuos capturados en la cuarta semana de Octubre con un promedio de 82.86 individuos, mientras que para el año 2017 se obtuvo el mayor número de individuos capturados en la tercer semana del mes de Septiembre con un promedio de 26.33 individuos.

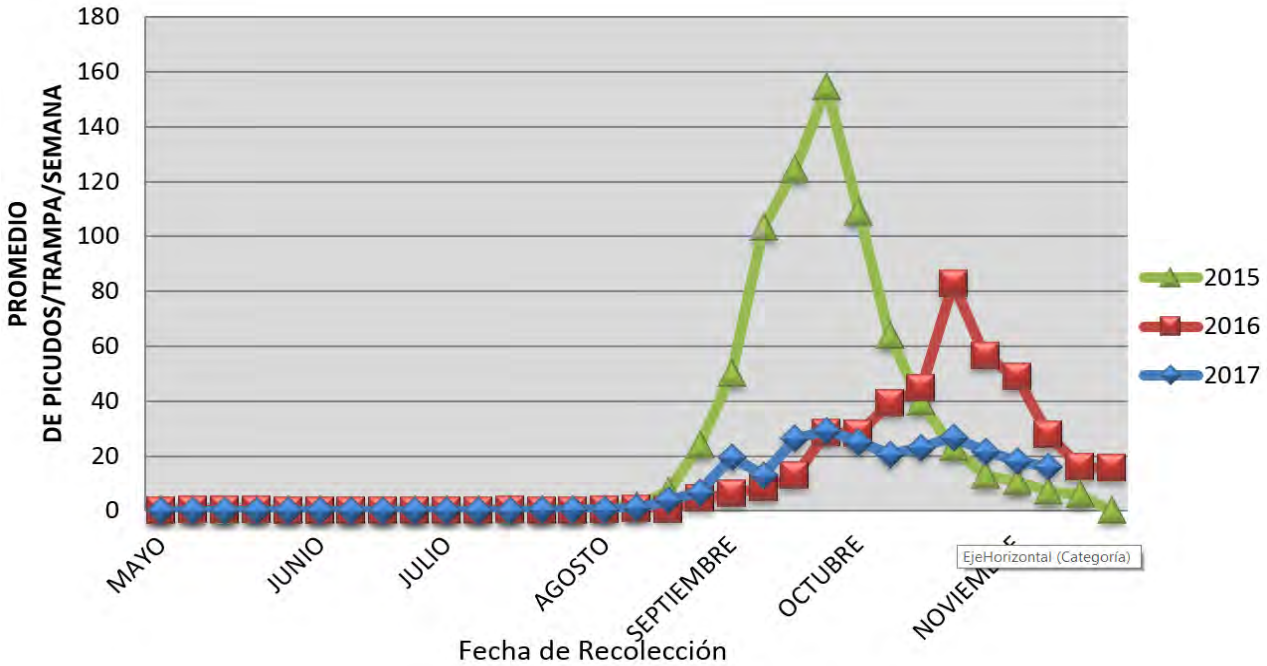


Figura 1. Número de individuos de *A. grandis* capturados por semana en los diferentes predios de los municipios monitoreados en el estado Coahuila.

Para lo que se refiere al estado de Durango podemos observar en la Figura 2 que de igual manera las primeras capturas se registraron a partir de las últimas semanas del mes de Agosto iniciando con promedios de captura entre 2 y 12 individuos hasta obtener promedios de hasta 130 individuos por trampa, para el año 2015 como podemos observar es el registro con el promedio de capturas más alto obteniendo un promedio de 130.55 individuos por trampa y para el año 2016 se registró el promedio más alto en la tercer semana del mes de Octubre con un promedio de 68.67 individuos por trampa, mientras que para el año 2017 el registro más alto se encontró en la tercer semana del mes de Septiembre con un promedio de 104.86 individuos por trampa.

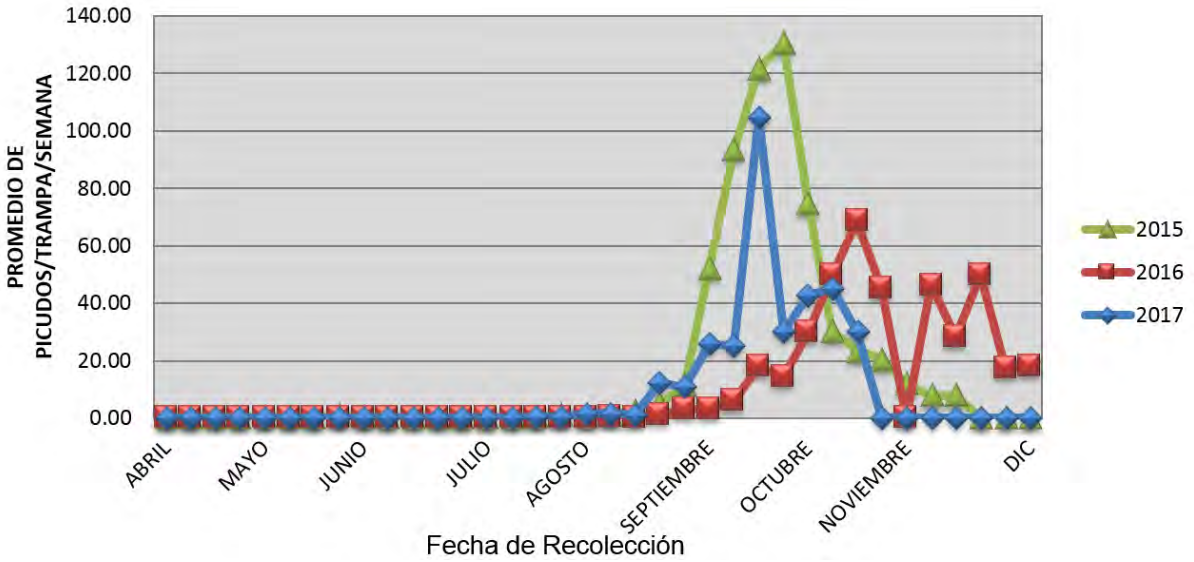


Figura 2. Número de individuos de *A. grandis* capturados por semana en los diferentes predios de los municipios monitoreados en el estado Durango.

CONCLUSIONES

Como podemos observar la mayor presencia de los individuos de *A. grandis* se registran a partir de los meses de Septiembre y Octubre durante los cuales es posible se encuentren las condiciones óptimas para que la población de estos individuos sea mayor, tales como temperatura, humedad y alimentación entre otras, aun así se debe considerar que los trabajos que se han venido realizando a través de los años por las diferentes instancias encargadas de la erradicación de esta plaga han sido buenas, ya que, han podido controlar el aumento y la expansión de la población.

AGRADECIMIENTOS

A la Junta Local de Sanidad Vegetal Región Coahuila y la Junta Local de Sanidad Región Durango por el apoyo con las aportaciones de datos y trabajos realizados

BIBLIOGRAFÍA

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaría). 2017. Picudo del Algodonero: conociendo a la plaga más peligrosa del cultivo. Recuperado en 28 de Abril de 2018, https://inta.gob.ar/documentos/picudo-del-algodonero-conociendo-a-la-plaga-mas-peligrosa-del-cultivo

Lanteri, Analía A., Confalonieri, Viviana A., & Scataglini, M. Amalia. 2003. El picudo del algodonero en la Argentina: Principales resultados e implicancias de los estudios moleculares. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 62(3-4), 1-15. Recuperado en 20 de abril de 2018, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802003000200001&lng=es&tlng=es.

Martínez C. J. L. y Tamayo E. L. M. 2006. Trampas y Atrayentes en Detención Monitoreo y Control de-Plagas de Importancia Económica: Trampas Para el Monitoreo de Plagas de Importancia Económica en El Valle Del Yaqui, Sonora. ISBN: 970-9712-28-4. pp 41-49.

Pérez, De la C. M., M. A. Equihua, N. J. Romero, S. S. Sánchez, & L. E. García. 2009. Diversidad, fluctuación poblacional y plantas huésped de escolítinos (Coleoptera: Curculionidae) asociados con el agroecosistema cacao en Tabasco, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 80: 779-791.

Socarrás, M. y H. Suárez. 2009. Infestación, daño y fluctuación poblacional de Phyllocnistis citrella Stainton (Lepidoptera: Gracillaridae) en Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 1: 43−51.

Vázquez P. I. González G. O., Espinosa V. G., , Terán V. A. P. y Azuara D. A. 2009. Dinámica Poblacional y Asociación de Insectos Plaga y Benéficos a las Fases Fenológicas del Cultivo de Soya en el Sur de Tamaulipas. Revista Entomología Mexicana. ISSN: 2448-475X, 3: 305-310. http://www.entomologia.socmexent.org/entomologia.php

MONITOREO DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E ÍNDICE DE VEGETACIÓN EN ALFALFA

Arturo Reyes González[1], Antonio Anaya Salgado[1], Luis Maconetzin Isidro Requejo[1], Damián Torres Hernández[1] y Juan Guillermo Martínez Rodríguez[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Blvd. José Santos Valdez No. 1200 pte. Col. Centro. 27440. Matamoros, Coahuila, México. [§]Autor para correspondencia: reyes.arturo@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es uno de los principales cultivos forrajeros que se siembra en la Comarca Lagunera. A este cultivo también se le llama la reina de los forrajes, debido a su alto contenido proteico. Actualmente existe una superficie sembrada de 39,700 has (SAGARPA, 2017), las cuales son utilizadas para alimentar en parte a él casi medio millón de cabezas de ganado lechero que se encuentran en la Región Lagunera.

Por otro lado, el índice de área foliar (IAF) es una medida adimensional del área unilateral del follaje del cultivo (m^2) por unidad de superficie del suelo (m^2) *(*Asner *et al.,* 2003). Directos e indirectos métodos se pueden usar para determinar el IAF. *(*Breda, 2003*;* Weiss, 2004*;* Garrigues *et al.,* 2008*).* Los métodos directos implican cosechar el follaje para el análisis y son laboriosos, lentos y destructivos. Los métodos indirectos son más rápidos y no destructivos. El sensor AccuPAR (Decagon, Pullman, WA, EE. UU.) Es un método indirecto que calcula el IAF a partir de mediciones de luz por encima y por debajo del dosel *(*Wilhelm *et al.,* 2000*;* Steward *et al.,* 2003*;* Tewolde *et al.,* 2005*).*

Con la ayuda del GreenSeeker se estiman los índices de vegetación; los cuales son usados para crear curvas de Kc, cuyos valores se multiplican por la ETo para determinar la ETc. Los Kc"s antes mencionados son estimados como una función de los índices de vegetación. Los índices de vegetación derivados del GreenSeeker tal como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), ha sido extensamente utilizado para monitorear la vegetación de los cultivos, y así predecir los rendimientos y estimar el consumo de agua en los cultivos (Sellers, 1985). El objetivo de este trabajo fue monitorear el índice de área foliar y el índice de vegetación para estimar los rendimientos del cultivo de alfalfa en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó cabo en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de Matamoros Coahuila, México. Ubicado a 25º 32' N y 103º 14' O, con altitud de 1100 msnm (Figura 1).

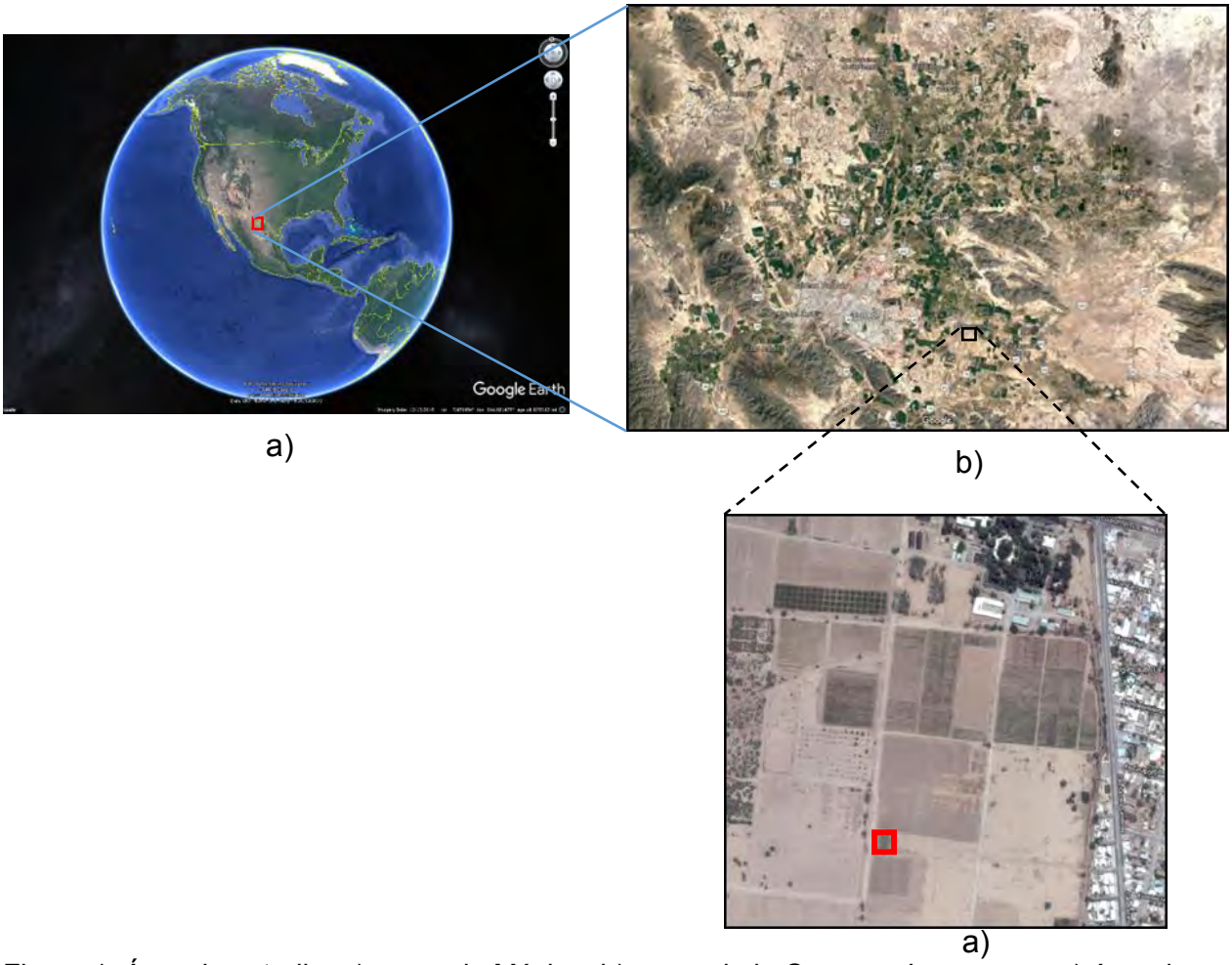


Figura 1. Área de estudio, a) mapa de México, b) mapa de la Comarca Lagunera y c) área de estudio (cuadro rojo).

El índice de área foliar (LAI) se midió con la ayuda de un ceptómetro PAR / LAI modelo Lp-80 de AccuPAR (Decagon Devices, Inc. Pullman, WA, EE. UU.). La barra del ceptometro se colocó en un ángulo de 45 ° a través del cultivo para medir la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) a lo largo de la barra. La interceptación PAR se midió en cada parcela en tres puntos y tres repeticiones por punto por encima y por debajo del dosel del cultivo. Las lecturas se tomaron entre las 11:00 a.m. y las 12:00 h dos veces por semana en días despejados para minimizar la radiación difusa del cielo por las nubes (Stewart *et al*., 2003).

Las mediciones de NDVI se realizaron después de cada corte, con intervalos de entre 3 y 4 días, a una altura de 0.6 m sobre el cultivo. Se realizaron dos mediciones por parcela por día a lo largo de cada parcela. Las mediciones se llevaron a cabo por la mañana con el equipo GreenSeeker, el cual fue diseñado por la Universidad Estatal de Oklahoma y comercializado por (NTech Industries Inc., Ukiah, CA, EE. UU). El GreenSeeker funciona dirigiendo la luz roja, así como el infrarrojo cercano al dosel del cultivo. El NDVI es calculado utilizando la reflectancia espectral de la banda visible e infrarrojo cercano utilizando la siguiente relación (Rouse *et al*., 1973).

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Dónde:

NIR y Red, son reflectancias en la longitud de onda del infrarrojo cercano (700 nm) y rojo (660 nm), respectivamente.

La cosecha se realizó en forma manual con la ayuda de una guadaña, cosechando toda la parcela cuando esta presentaba un 10 por ciento de floración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta

En la figura 2 se presenta la evolución de la altura de plantas monitoreadas durante tres cortes. En el primer corte el valor mínimo se presentó al inicio del rebrote con una altura de ~5.3 cm, enseguida fue aumentando hasta una altura final de 22.16 cm**.** Así mismo para el segundo corte el valor mínimo fue de 5.75 cm y máximo de 36.66 cm., por último, en el tercer corte se obtuvo un valor mínimo de 7.08 cm y una altura final de 27.7 cm. Cabe mencionar que los valores de altura variaron de acuerdo al contenido de humedad en el suelo y a los factores climáticos como la temperatura.

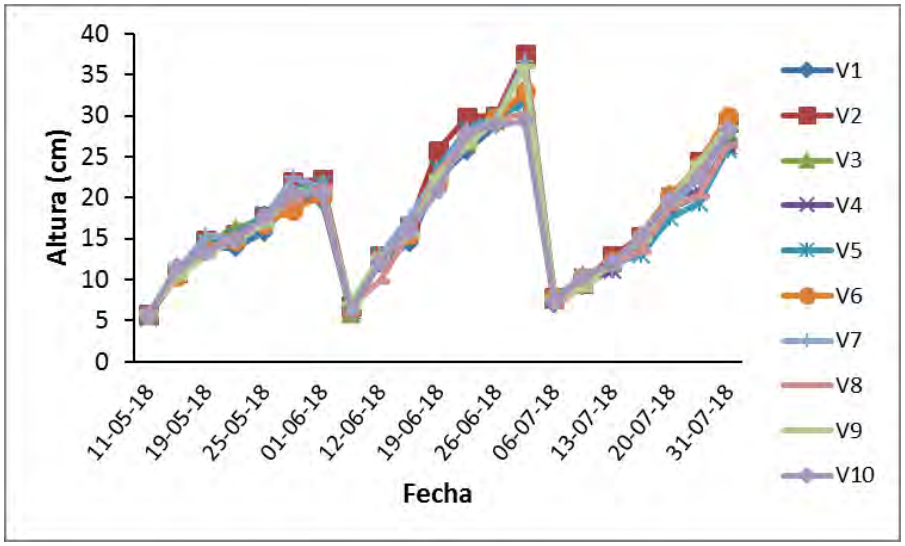


Figura 2. Evolución de la altura de alfalfa durante tres cortes.

Índice de área Foliar (IAF)

La figura 3 muestra el comportamiento del índice de área foliar durante un periodo de tiempo de tres cortes. En el primer corte el valor mínimo fue de 0.31 en la variedad 8, el valor máximo fue de 1.35 en la variedad 2, en el segundo corte la variedad 4 registró un valor mínimo de 0.01 y el valor máximo fue 2.90 en la variedad 8 y por último en el tercer corte el valor mínimo fue de 0.1 en la variedad 7 y el valor máximo 1.91 en la variedad 6. Los valores bajos de IAF fueron debido a que la alfalfa se encontraba estresada (flechas negras). Valores bajos de IAF fueron reportados por Montemayor et al., 2012, quienes reportaron disminuciones de IAF cuando la planta se encontraba en estrés hídrico.

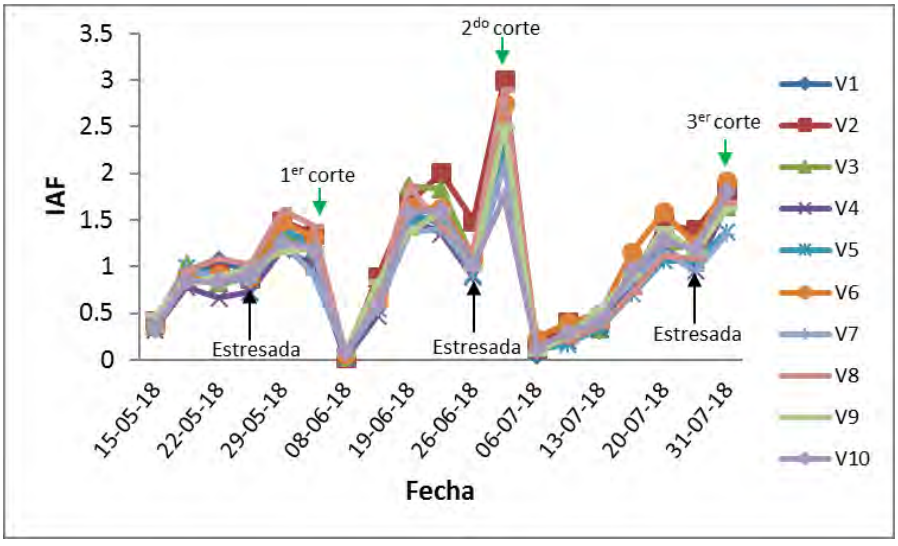


Figura 3. Progresión del Indica de Área Foliar durante tres cortes de alfalfa

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Los resultados de la progresión de NDVI para la alfalfa se muestran en la figura 4 donde el valor mínimo fue de 0.20 en la variedad 3 y el máximo de 0.51 en la variedad 5 en el primer corte, posteriormente en el segundo corte se obtuvo un valor mínimo de 0.22 en la variedad 3 y el máximo de 0.72 en la variedad 10 y finalmente el tercer corte arrojo un valor mínimo de 0.29 en la variedad 8 y el valor máximo de 0.71 en la variedad 1. A través de los tres cortes se observaron valores bajos de NDVI (flechas negras), los cuales fueron debido al estrés y a las altas temperaturas al momento de la toma de datos. Al aplicar el riego los valores de NDVI volvían a sus valores naturales, los cuales se incrementaban al desarrollarse la planta. A medida que el cultivo crece los valores NDVI se incrementan.

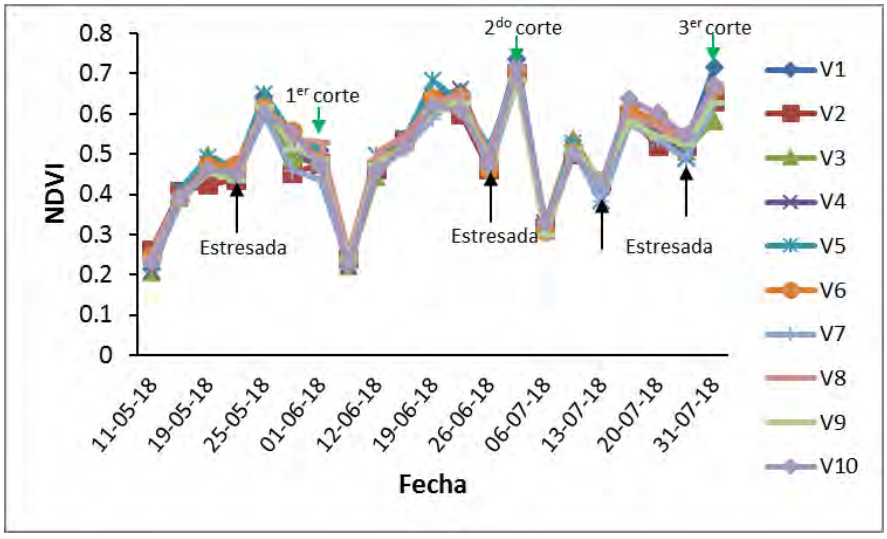


Figura 4. Progresión de NDVI durante tres cortes en alfalfa.

Rendimiento de forraje verde

Los rendimientos de forraje verde para diez variedades de alfalfa se muestran en la figura 5. Estos rendimientos variaron entre cortes y entre variedades. Los menores rendimientos de forraje verde se obtuvieron en el primer corte (~4.22 t ha^{-1}) y los mayores rendimientos se obtuvieron en el segundo corte (~10.83 t ha^{-1}). Los rendimientos estuvieron estrechamente relacionados con las alturas, índice de vegetación e índice de área foliar. Los mayores rendimientos de forraje verde fueron los que presentaron los mayores valores de altura, IAF y NDVI respectivamente. Finalmente, el IAF y NDVI son parámetros que nos ayudan a monitorear el cultivo y estimar sus rendimientos.

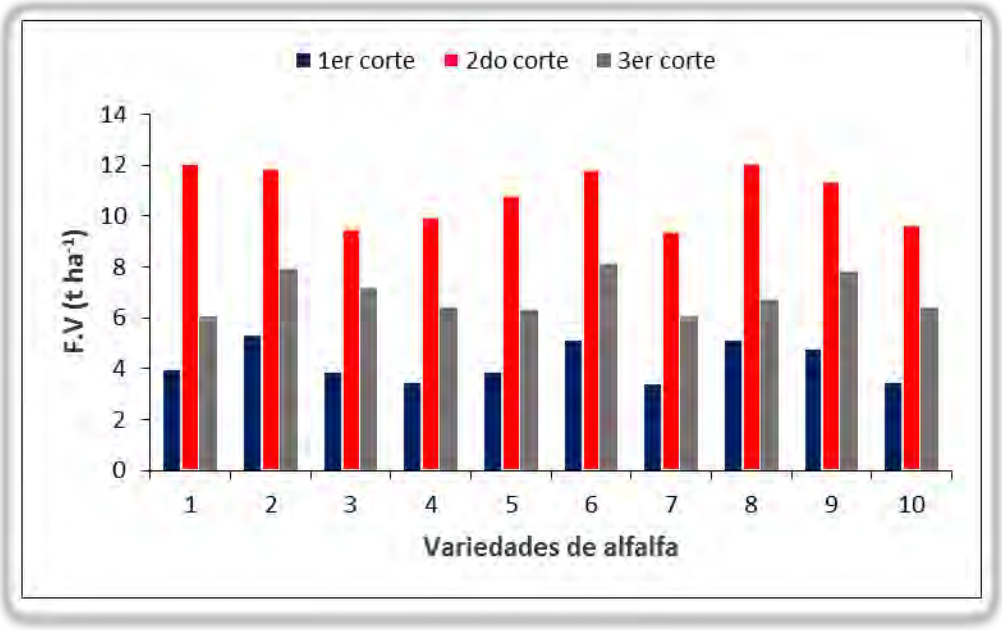


Figura 5. Rendimientos de forraje verde para tres cortes en el cultivo de alfalfa.

CONCLUSIONES

La altura, NDVI e IAF fueron diferentes durante los tres cortes realizados, también fueron diferentes entre variedades. La diferencia entre estos parámetros en cada corte se debió principalmente a las altas temperaturas registradas y al estrés hídrico de la planta.

En lo que respecta al rendimiento de forraje verde, este se vio afectado por los mismos factores antes mencionados. Sin embargo, los rendimientos obtenidos estuvieron muy relacionados con los valores de altura, NDVI e IAF. En conclusión, los valores de altura, NDVI e IAF jugaron un papel importante en la estimación y monitoreo de los rendimientos del cultivo de alfalfa.

BIBLIOGRAFÍA

Asner, G. P., Scurlock, J. M., & A Hicke, J. (2003). Global synthesis of leaf area index observations: implications for ecological and remote sensing studies. *Global Ecology and Biogeography, 12*(3), 191-205.

Bréda, N. J. (2003). Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. *Journal of experimental botany, 54*(392), 2403-2417.

Garrigues, S., Shabanov, N., Swanson, K., Morisette, J., Baret, F., & Myneni, R. (2008). Intercomparison and sensitivity analysis of Leaf Area Index retrievals from LAI-2000, AccuPAR, and digital hemispherical photography over croplands. *Agricultural and Forest Meteorology, 148*(8), 1193-1209.

Montemayor, T. J. A., J. L. Lara., J. L. Woo., L. J. Munguia., M. Rivera, R. Trucios. 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.

Rouse, J. W., R. H. Haas, J. A. Schell, and D. W. Deering. 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In Proceeding of third ERTS symposium, Washington, DC, USA, 10-14 December 1973; vol. 1, pp. 309-317.

SAGARPA. 2017. Resumen Sector Agropecuario de la Comarca Lagunera. Publicación especial el Siglo de Torreón p 24.

Sellers, P. J. 1985. Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration. Int. J Remote Sens. 6: 1335-1372.

Stewart, D., Costa, C., Dwyer, L., Smith, D., Hamilton, R., & Ma, B. (2003). Canopy structure, light interception, and photosynthesis in maize. *Agronomy Journal, 95*(6), 1465-1474.

Tewolde, H., Sistani, K., Rowe, D., Adeli, A., & Tsegaye, T. (2005). Estimating cotton leaf area index nondestructively with a light sensor. *Agronomy Journal, 97*(4), 1158-1163.

Weiss, M., Baret, F., Smith, G., Jonckheere, I., & Coppin, P. (2004). Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination: Part II. Estimation of LAI, errors and sampling. *Agricultural and Forest Meteorology, 121*(1), 37-53.

Wilhelm, W., Ruwe, K., & Schlemmer, M. R. (2000). Comparison of three leaf area index meters in a corn canopy. *Crop Science, 40*(4), 1179-1183.

EFECTO DEL HÍBRIDO Y DOSIS DE ESTIÉRCOL BOVINO SOLARIZADO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FORRAJE DE MAÍZ

Gallegos-Robles M. A[1]., González-Salas U[1]., Vázquez-Vázquez C[1]., Fortis-Hernández M[2]., García-Hernández J. L[1].

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED. Gómez Pal., Dgo., México. [2]Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón, Coah., México. garoma64@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es la principal región de aprovechamiento ganadero de bovino de leche en el país (Ramírez *et al*., 2016), con más de 400 000 cabezas de ganado lechero. En esta región son comunes las explotaciones lecheras complementadas con áreas agrícolas para producir forrajes, las cuales producen grandes cantidades de estiércol, que en ocasiones se desconoce cómo y en qué cantidades utilizarlo. Esto hace que en varios casos permanezca por mucho tiempo en montones, lo que genera focos de contaminación ambiental, por la infiltración al suelo de grandes cantidades de nitratos hasta llegar a los mantos freáticos; además, puede ser una fuente de contaminación por patógenos, entre otros. Para el abastecimiento de forrajes, cada año se siembran en promedio 110 000 hectáreas con una producción promedio de 6 millones de toneladas, lo que representa el 87% de la superficie agrícola en esta región (SAGARPA, 2016). Dentro de los forrajes que más se consumen y se producen en la región está el maíz, es el segundo cultivo de importancia en la Comarca Lagunera después de la alfalfa, con 32,491 ha (SIAP, 2012) y, ocupa aproximadamente el 36 % de la superficie sembrada a nivel nacional (SIAP, 2014). Por otro lado, el constante crecimiento del número de cabezas de ganado en la región, demanda el aumento en la producción de maíz forrajero y plantea la necesidad de identificar materiales de maíz con buenas características forrajeras, por lo que entre los criterios de selección para identificar híbridos adecuados, está el que presenten alto rendimiento de grano y alta calidad de forraje (Sánchez *et al*., 2011). La actividad pecuaria hace que se generen grandes cantidades de estiércol con potencial nutricional, que se pueden utilizar para hacer un sistema productivo sustentable, sin embargo, es importante realizar estudios locales sobre mineralización de N del estiércol, para estimar las dosis de estiércol de manera precisa (Flores *et al*., 2009; Azeez y Van Averbeke, 2010). Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la producción de forraje en base seca y el contenido de proteína de tres híbridos de maíz forrajero, utilizando diferentes cantidades de vermicomposta y estiércol de bovino para su fertilización, así como evaluar el efecto de estos tratamientos en las propiedades físico-químicas del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la Comarca Lagunera, la cual está ubicada en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. La altitud es de 1139 m; cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. El experimento se estableció en el área experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, en el Ejido Venecia, Gómez Palacio, Dgo., localizada a 25° 46' 56" LN y 103° 21' 02" LO; a una altitud de 1110 m. Los materiales genéticos que se evaluaron fueron los siguientes tres híbridos simples de maíz forrajero, HT6806Y (AGRIBIOTECH), DAS2306 (DOW AGROSCIENCES) Y RX717 (ASGROW), bajo seis dosis de estiércol solarizado más vermicomposta. El estiércol bovino que se solarizó y con el cual se prepararon las dosis orgánicas se obtuvo del establo Los Espada (Fco. I. Madero, Coah). Para el proceso del solarizado, el estiércol se cubrió con plástico trasparente sin albedo y con un grosor de 100 µm, durante los meses de enero a febrero, la temperatura máxima que se alcanzó en la pila de solarización fue de 65 °C. La vermicomposta que se utilizó fue adquirida del Instituto Tecnológico de Torreón (ITT) y para su producción se utilizó lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), estiércol bovino y restos de hojas de árboles, frutas y hortalizas. Las dosis se distribuyeron manualmente y se incorporaron con un paso de rastra 45 días antes de la siembra para estabilizar humedad y permitir el proceso de mineralización. Cada una de las dosis orgánicas anteriores se combinó con cada uno de los tres híbridos de maíz. Los tratamientos que se generaron fueron distribuidos en un diseño experimental de bloques al azar, con arreglo factorial 6*3, donde el factor A fueron las dosis orgánicas y el factor B los híbridos. Cada tratamiento se repitió tres veces. Las parcelas fueron de 8 m2 (2x4 m), con distancia entre surcos de 0.65 m y entre plantas de 15 cm. La siembra se realizó en seco, el 14 de abril del 2014, se colocaron dos semillas por punto de siembra, y se realizó raleo a la semana de emergencia de plántulas dejando una población de 102,500 plantas por hectárea. El experimento se condujo con riego por cintilla. Las variables de planta que se midieron fueron el rendimiento de forraje verde se determinó colectando las plantas contenidas en un área de 1.3 m2, y pesadas en una báscula de reloj (THOR, Mod. Balanzón, división mínima 25.0 g), el rendimiento de materia seca se determinó tomando tres plantas de las utilizadas para determinar forraje verde, se cortaron y se secaron en la estufa a 80° C por 24 h; también, se evaluó altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), número de entrenudos (NE), ancho de mazorca (AM), largo de mazorca (LM), hileras por mazorca (NHM); la proteína cruda (PC) se determinó en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Agricultura y Zootecnia-UJED siguiendo la técnica de la NOM-F-068-S-1980.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (Cuadro 1) mostró diferencias significativas (p≤ 0.05) en las dosis orgánicas (Dosis), para todas las variables de rendimiento y calidad de forraje, con excepción de las variables de proteína cruda (PC) y número de entrenudos (NE). También, se observaron diferencias altamente significativas (p≤ 0.01) para el diámetro de tallo (DT). En el factor de variación híbridos (Hib) se observaron diferencias altamente significativas (p≤ 0.01) para las variables altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), número de entrenudos (NE), longitud de mazorca (LM) y número de hileras por mazorca (NHM); y diferencias significativas (p≤ 0.05) en las variables de forraje verde (FV), ancho de mazorca (AM) y proteína cruda (PC). Las diferencias significativas observadas en las variables de la planta relacionadas con la producción de forraje (Cuadro 1), muestran el efecto de los tratamientos evaluados a base de estiércol y vermicomposta, así como de las diferencias genéticas entre los híbridos evaluados, encontrándose que la fertilización orgánica es una alternativa de producción agrícola, al mismo tiempo que se hace un uso sustentable del estiércol (Annicchiarico *et al*., 2011).

Cuadro 1. Análisis de varianza para variables de forraje de maíz bajo dosis orgánicas y tres híbridos.

F.V	FV	FS	AP	DT	NE
Rep	673.46 *	127.60 *	0.01 *	0.03 *	0.68 *
Dosis	158.60 *	10.98	0.03 *	0.17 **	0.38
Híbrido	562.13 *	2.48	1.61**	0.43 **	27.46**
D x H	48.48	8.54	0.01	0.05*	0.39
Error	89.54	12.9	0.01	0.02	0.64
CV	14.6	13.9	4.7	5.5	5.6

*: p<0.05, **: p<0.01. Nota: se muestran los cuadrados medios y su significancia.

Cuadro 1.- Continuación.

F.V	AM	LM	NHM	PC
Rep	0.06*	2.01 *	0.51 *	2.53*
Dosis	0.17*	2.16 *	0.74 *	0.42
Híbrido	0.42*	136.2**	1.35 **	5.57*
D x H	0.07	1.28	1.17*	0.60
Error	0.05	0.65	0.51	0.73
CV	4.5	4.2	4.7	9.8

*: p<0.05, **: p<0.01. Nota: se muestran los cuadrados medios y su significancia.

En la comparación de medias de dosis orgánicas para las variables del forraje (Cuadro 2) sobresalieron en forraje verde, las dosis D3 y D6, con 70 t ha^{-1} y 68 t ha^{-1}, respectivamente. En diámetro de tallo (DT) las mejores dosis fueron D2, D3, D5 y D6, con un valor entre 2.6-2.7 cm, si bien la diferencia no fue estadísticamente significativa, la importancia radica en cuanto a la cantidad de estiércol solarizado aplicado, pudiendo utilizarse la dosis mínima para tener menor impacto negativo en la propiedades físico-químicas del suelo. La dosis D3 superó a los demás en altura de planta (AP), con un valor de 2.9 m; en ancho de mazorca (AM), sobresalieron las dosis D2, D6 y D3, con valores 5.2, 5.1 y 5.1 cm, respectivamente; en la longitud de mazorca (LM), las mejores dosis fueron D2, D3, D1 y D6, con 19.6, 19.5, 19.3 y 19.1 cm, respectivamente; en la variable número de hileras por mazorca (NHM), fue superior la dosis D6 con un valor de 15.6 cm.

Cuadro 2. Comparación de medias para variables de la planta en híbridos de maíz forrajero tratados con dosis de estiércol y vermicomposta.

Dosis	FV (t ha^{-1})	FS (t ha^{-1})	PC (%)	DT (cm)	AP (m)	NE	AM (cm)	LM (cm)	NHM
D1	64 b	25.9 a	8.8 a	2.5 b	2.8 b	14.0 a	4.9 c	19.3 a	14.8 b
D2	61 c	25.8 a	8.6 a	2.7 a	2.8 b	14.1 a	5.2 a	19.6 a	15.3 b
D3	70 a	26.8 a	9.0 a	2.6 a	2.9 a	14.4 a	5.1 b	19.6 a	15.2 b
D4	59 c	23.7 a	8.4 a	2.4 b	2.8 b	14.0 a	4.9 c	18.3 b	15.1 b
D5	65 b	25.8 a	8.8 a	2.7 a	2.7 c	14.1 a	5.0 c	18.9 b	14.8 b
D6	68 a	26.6 a	8.8 a	2.7 a	2.8 b	14.4 a	5.1 b	19.1 a	15.6 a
DMS	3.0	3.4	0.8	0.1	0.1	0.7	0.2	0.7	0.6

D1= 3 t ha^{-1} de vermicomposta, sin estiércol solarizado; D2= 80 t ha^{-1} de estiércol solarizado con 3 t ha^{-1} de vermicomposta; D3= 160 t ha^{-1} de estiércol solarizado con 3 t ha^{-1} de vermicomposta; D4= testigo; D5= 80 t ha^{-1} de estiércol solarizado; D6= 160 t ha^{-1} de estiércol solarizado. Dentro de columnas, medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (DMS, $p \leq 0.05$).

En relación con el comportamiento agronómico de los híbridos (Cuadro 3), en forraje verde fue mejor el híbrido HT-6806Y con 69.9 t ha^{-1}; en altura de planta, el híbrido DAS-2306, con 3.14 m., y de acuerdo con Hassan (2010) resulta en la mejora del crecimiento en términos de mayor altura y diámetro del tallo y por consiguiente mayor producción de forraje fresco y seco, sin embargo, esto no se observó en este trabajo. En cuanto a la variable diámetro de tallo (DT), sobresalió el híbrido RX-717 con un valor de 2.75 cm., siendo esta una variable directamente relacionada con la producción de forraje verde, tal como lo mencionan Wong-Romero *et al*.,

(2006), quienes indican que el peso del elote con totomoxtle y el peso de los tallos con espigas, son los de mayor importancia para rendimiento de forraje verde.

Cuadro 3. Comparación de medias para variables de la planta entre híbridos de maíz forrajero tratados con estiércol y vermicomposta.

Híbrido	FV ($t\ ha^{-1}$)	FS ($t\ ha^{-1}$)	AP (m)	DT (cm)	NE	PC (%)	AM (cm)	LM (cm)	NHM
HT-6806Y	69.9a	25.8a	2.5c	2.4c	13.5b	8.9a	4.8b	20.2b	14.8b
RX-717	64.8a	26.0a	2.6b	2.7a	13.4b	9.1a	5.1a	21.1a	15.4a
DAS-2306	58.8b	25.3a	3.1a	2.5b	15.6a	8.0b	5.1a	16.0c	15.3a
DMS	6.0	2.4	0.08	0.09	0.5	0.5	0.1	0.5	0.4

Dentro de columnas, medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (DMS, $p \leq 0.05$).

En la variable proteína cruda, sobresalieron los híbridos RX-717 y HT-6806Y, con 9.1 y 8.9 % respectivamente, los cuales se encuentran dentro del rango (7.5-10.3 %) reportado por Jurado *et al*., (2014) para híbridos comerciales, y quienes mencionan que dado que la producción de materia seca y calidad de forraje del maíz tienen un efecto directo en el potencial de producción de leche/ha, estos factores deben tomarse en cuenta en la selección de híbridos de maíz para producción de forraje. El porciento de proteína cruda es una variable importante para determinar la calidad del forraje (Lauer *et al*., 2001; Saha *et al*., 2017), y este contenido depende del potencial genético del híbrido y/o variedad, y del manejo agronómico (Silva *et al*., 2005). Las variables ancho de mazorca (AM), longitud de mazorca (LM), y número de hileras por mazorca (NHM) son características de los híbridos de maíz con alto rendimiento y calidad de forraje y son componentes de la característica llamada porcentaje de mazorca, considerada como uno de los atributos de calidad del maíz forrajero pues contribuye a la energía neta de lactancia (Núñez *et al*., 2010). En la variable ancho de mazorca (AM), sobresalió el híbrido RX-717, al igual que en la variable longitud de mazorca (LM), y numero de hileras por mazorca (NHM), lo que hace de este híbrido un buen candidato para seguirse explotando comercialmente, ya que aunque no hubo diferencias estadísticas en forraje seco, fue el que tuvo mayor producción; además los valores observados en forraje seco en este trabajo superaron los valores mencionados por Jurado et al. (2014) para el estado de Chihuahua. Por otra parte, la identificación de genotipos sobresalientes con alto valor nutritivo de forraje es un aspecto importante en términos de requerimientos de alimentación del ganado (Lauer *et al*., 2001), en este caso el mejor híbrido fue RX-717 ya que sobresalió en forraje seco, proteína cruda, altura

de planta, diámetro de tallo, ancho y largo de mazorca, y número de hileras por mazorca. Los valores encontrados en este trabajo fueron superiores a los reportados por Tadeo-Robledo *et al*., (2012) para diferentes genotipos de maíz, donde la longitud de mazorca varió entre 14.4 y 16.7 cm, el número de hileras por mazorca de 13 a 14 hileras, porciento de proteína de 6.7 a 9.0, aunque el rendimiento de forraje verde y seco obtenido por ellos fue superior; también Silva *et al*., (2009), reportaron valores inferiores a los encontrados en este trabajo, para las variables de longitud y ancho de mazorca.

CONCLUSIONES

Las mejores dosis orgánicas fueron los de mayor cantidad de estiércol solarizado y vermicomposta, en la producción de forraje verde. Cualquiera de los tratamientos aplicados para la producción de forrajes superó los valores estimados por SIAP a nivel nacional o regional, con fertilización química. De los híbridos evaluados el mejor fue el híbrido de RX-717 en cuanto a calidad de forraje y producción de materia seca, ya que estas variables son las más importantes para seleccionar un forraje para el ganado lechero. El estiércol es una buena fuente de nutrientes y se puede combinar con otras fuentes de nitrógeno para mejorar la nutrición vegetal y por tanto, mejorar algunas de las variables que influyen directamente en el rendimiento y calidad de los forrajes. La dosis D3 con 160 t ha^{-1} de estiércol solarizado + 3 t ha^{-1} de vermicomposta fue donde se obtuvo la mayor producción de forraje verde, forraje seco y contenido de proteína, superando a la dosis D6 de solamente 160 t ha^{-1} de estiércol solarizado, por lo que se deduce el efecto positivo de la adición de vermicomposta. Aunque es conocido que la fertilidad del suelo es determinante de la productividad de los cultivos, el genotipo del cultivar empleado también es importante para alcanzar altos rendimientos de forraje y de buena calidad, pues un cultivar eficiente en el uso de nitrógeno puede tener rendimientos aceptables aún con dosis bajas de nitrógeno. En este trabajo no se observaron diferencias en la producción de forraje seco, pero sí en contenido de proteína cruda, y en forraje verde los rendimientos fueron muy similares entre los híbridos evaluados, lo que denota el potencial genético de los tres híbridos, en particular el híbrido RX-717.

BIBLIOGRAFÍA

Annicchiarico G., G. Caternolo., E. Rossi., y P. Martiniello. 2011. Effect of manure vs. fertilizer inputs on productivity of forage crop models. Int. J. Environ. Res. Public Health 2011, 8, 1893-1913; doi:10.3390/ijerph8061893

Azeez, J. O. and Van Averbeke, W. 2010. Nitrogen mineralization potential of three animal manures applied on a sandy clay loam soil. Bioresource Technology 101(14): 5645–5651.

Flores, J. P.; Corral, D. B.; Figueroa, U.; Mauricio, L. y Sotomayor, V. 2009. Nitrógeno mineralizable de estiércol bovino lechero en suelos agrícolas del norte de México. En Agricultura Orgánica,

compilado por I. Orona C., E. Salazar S., M. Fortis H. (eds.), pp. 152-172. Gómez Palacio, Dgo., México: FAZ-UJED, SMCS.

Jurado, G. P.; Lara, M. C. R. y Saucedo, T. R. A. 2014. Paquete tecnológico para la producción de maíz forrajero en Chihuahua. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Sitio Experimental La Campana, Aldama, Chihuahua, Septiembre 2014.Hassan, A. M. E. 2010. Effect of organic fertilizer and urea on growth, yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.). Int. J. Current Res., 8: 35- 41.

Lauer, J. G.; Coors, J. G. and Flannery, P. J. 2001. Forage Yield and Quality of Corn Cultivars Developed in Different Eras. Crop Sci. 41(5):1449–1455.

Núñez, G.; Payán, J. A.; Pena, A.; González, F.; Ruiz, O. y Arzola, C. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Rev. Mex. de Cienc. Pecuarias 1(2):85-98.

Ramírez, J. A.; Figueroa, U.; Núñez, G.; Reta, D. G. y García, J. L. 2016. Evaluation of tillage methods and manure incorporation into corn silage production. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 15(2), 67-76.

SAGARPA. 2016. La Comarca Lagunera, primer lugar en producción de leche, carne de ave y forrajes: SAGARPA. http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/regionlagunera/boletines/Paginas/2016B071.aspx

Sánchez, M. A.; Aguilar, C. U.; Valenzuela, N.; Sánchez, C.; Jiménez, M. C. y Villanueva, C. 2011. Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. Agronomía Mesoamericana 22(2): 281-295.

SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera). 2012. Cierre de la producción agrícola por cultivo. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/ (06 de mayo de 2016)

SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera). 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/ (30-mayo-2016)

Silva, P. R. F.; Strieder, M. L.; Coser, R. P. S.; Rambo, L.; Sangoi, L.; Argenta, G.; Forsthofer, E. L. and Silva, A. 2005. Grain yield and kernel crude protein content increases of maize hybrids with late nitrogen side-dressing. Scientia Agricola 62(5): 487-492.

Silva, W. R., Y. J. Alfaro, y R. Jiménez. 2009. Evaluación de las características morfológicas y agronómicas de cinco líneas de maíz amarillo en diferentes fechas de siembra. Revista Científica UDO Agrícola 9 (4): 743-755.

Tadeo-Robledo, M.; Espinosa-Calderón, A.; Zaragoza-Esparza, J.; Turrent-Fernández, A.; Sierra-Macías, M. y Gómez-Montiel, N. 2012. Forraje y grano de híbridos de maíz amarillos para valles altos de México. Agronomía Mesoamericana 23(2): 281-288.

Wong-Romero, R.; Gutiérrez-del Río, E.; Rodríguez-Herrera, S. A.; Palomo-Gil, A.; Córdova-Orellana, H. y Espinoza-Banda, A. 2006. Aptitud combinatoria y parámetros genéticos de maíz para forraje en la Comarca Lagunera, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 22(2): 141-151.

FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE GRANO DE MAÍZ

Oralia Antuna Grijalva[1], José Antonio López Murillo[1], Armando Espinoza Banda[1], Genny Llaven Valencia[2] y José Luis Coyac Rodríguez[1]

[1] Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Periférico "Raúl López Sánchez" km 2. Torreón, Coahuila. CP. 27054, [2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias-Campo Experimental Valle del Fuerte. Carretera Internacional México-Nogales km 1609, Juan José Ríos, Sinaloa, C.P. 81110
e-mail: oantuna_77@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Para satisfacer las demandas del sector ganadero y de la población humana es necesario emplear elevadas cantidades de fertilizantes, especialmente los más solubles, más allá de las necesidades de los cultivos, es otra de las causas que provocan situaciones de estrés en la planta. El exceso y la deficiencia mineral para la nutrición de la planta se manifiestan como un estrés oxidativo que como consecuencia trae la disminución de la calidad nutricional en la planta en cuanto a contenido de proteínas, vitaminas y antioxidantes, además de tener costos elevados (Zhu, 2002).

Actualmente el desarrollo de la agricultura orgánica va en aumento, debido a la existe tendencia de millones de personas que exigen cada día más productos de calidad y sin residuos contaminantes que afectan al organismo y al ambiente (Gallegos, 2006).

Por lo anterior el objetivo del estudio de investigación fue evaluar el efecto de fertilizantes orgánicos y compararlos con la fertilización sintética recomendada en el cultivo del maíz forrajero para la región de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el ejido Santo Niño Municipio de San Juan de Guadalupe, Dgo., el cual se localiza al este del estado de Durango, a los 24º 37' 50" de latitud norte; y 102º 47' 41" de longitud oeste; a una altitud promedio de 1,520 msnm. Limita al norte y al oeste con el estado de Coahuila; al sur y al este con el estado de Zacatecas y al oeste con el municipio de Simón Bolívar, Dgo (INEGI, 2008).

El material genético utilizado fue la población 60 perteneciente al banco de germoplasma de la

la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. La siembra se estableció en condiciones de temporal, se realizó de forma manual en los ciclos de primavera 2016 y 2017.
Los tratamientos a evaluar fueron a partir de dosis de fertilización:

Cuadro 1. Fertilización química aplicada a la población 60 en primer ciclo.

Fertilizante	**Fecha**	**Dosis**
MAP Fosfato Monoamonico	09-abr-16	90 Unidades
Segunda aplicación de Urea	03-jun-16	80 Unidades
Urea CO(NH2)2	09-abr-16	80+20 Unidades de MAP

Cuadro 2. Fertilización orgánica aplicada a la población 60 en primer ciclo.

Fertilizante	**Fecha**	**Dosis**
Compost	09-abr-16	50 kg por parcela
Lixiviado	03-jun-16	250 mL por parcela

Cuadro 3. Fertilización química aplicada a la población 60 en el segundo ciclo.

Fertilizante	**Fecha**	**Dosis**
MAP Fosfato Monoamonico	20-mar-17	90 Unidades
Segunda Aplicación de Urea	20-may-17	80 Unidades
Urea CO(NH2)2	20-mar-17	100+20 Unidades de MAP

Cuadro 4. Fertilización orgánica aplicada a la población 60 en el segundo ciclo.

Fertilizante	**Fecha**	**Dosis**
Compost	20-mar-17	56 kg por parcela
Lixiviado	20-may-17	250 mL por parcela

El experimento se estableció en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y tres tratamientos. La parcela útil consistió en cuatro surcos de 12 m de largo y 0.75 m de ancho.
Las variables evaluadas fueron:

Rendimiento de grano (RG)

Se determinó con la siguiente fórmula:

$$FactorHumedad = \frac{(100 - HC) * 100}{85.5}$$

donde: HC= Humedad de Campo, 100 es constante al igual que lo es 85.5.

Después de calcular el factor humedad se realizó el ajuste en el rendimiento de grano:

$$RGA = \frac{(PG * SC) * FH}{100}$$

donde: PG= peso de grano, SC= superficie cosechada, FH= factor humedad y 100 es constante.

Indice de cosecha (IDC):

Se pesaron las plantas cosechadas en los tres metros y también los elotes de esas plantas, y este se determina con el peso del elote entre el peso de la planta verde y todo esto por 100.

Número de hileras de granos en la mazorca superior (NHM)

Se contó manualmente cada una de las hileras de la mazorca superior.

Número de granos por hilera en la mazorca superior (NGH)

Se obtuvo contando manualmente los granos de tres hileras, seleccionada de la mazorca.

Longitud de mazorca (LM)

Se midió el largo de la mazorca con una regla de 30 cm y el resultado se expresó en centímetros.

Para el análisis de datos se utilizó el diseño de bloques al azar con dos repeticiones y tres tratamientos. El modelo utilizado fue: bloques al azar con localidades. La prueba de medias fue: Diferencia Mínima Significativa (DMS).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza realizado, señala que en la fuente de variación ciclos se detectó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para las variables de RG y LM, lo cual implica que los diferentes ciclos afectaron la magnitud de la expresión fenotípica de los caracteres anteriormente expuestos, es decir que respondieron de manera diferentes en cada uno de los ciclos a los que

fueronsometidos (Cuadro 5).

El efecto de las interacciones Bloque(C)y Ciclo*Trat no presentaron diferencias significativas en las variables a excepción de RG, por lo que se concluye que los factores en consideración son independientes entre sí para estos parámetros; es decir los efectos simples de un factor son los mismos para todos los niveles de los otros factores dentro de una variación aleatoria medido por el error experimental (Steel y Torrie, 1990). Con respecto a los tratamientos (TRAT) se mostraron diferencia significativa ($P \leq 0.05$) solo en la variable de rendimiento de grano, esto indica diferencias en el comportamiento que tuvieron las dosis de fertilización aplicadas al cultivo, dado principalmente tal vez por la constitución de cada uno de ellos.

Cuadro 5. Análisis de varianza de componentes de rendimiento de grano.

FV	gl	RG	IDC	NHM	NGH	LM
Ciclo	1	31.78 **	244.35 ns	8.33 *	14.08 ns	612.04 *
B(C)	2	1.96 ns	48.04 ns	1.66 ns	9.75 ns	455.10 ns
Trat	2	5.82 *	51.28 ns	2.33 ns	1.08 ns	119.77 ns
C*Trat	2	15.18 **	120.86 ns	0.33 ns	5.58 ns	92.52 ns
Error	4	0.62	421.69	0.67	7.50	89.36
C V(%)		11.21	35.04	5.50	7.10	40.73

*, **,: Valores significativos al 0.05 y al 0.01 de probabilidad, ns: no significativo, B: Bloques, C:Ciclos, Trat: Tratamientos, RG= rendimiento de grano , IDC= índice de cosecha, NHM= número de hileras por mazorca, NGH= número de granos por hilera, LM= longitud de mazorca.

Comportamiento promedio de componentes de rendimiento de grano

El comportamiento promedio de los tratamientos no presentó diferencias entre las variables de NGH, NHM, LM y DM (Figura 1). Sin embargo se puede observar que el tratamiento orgánico y químico influyeron en la longitud de mazorca ya que los valores obtenidos (26.67 y 26.65 cm) superaron al testigo 1.

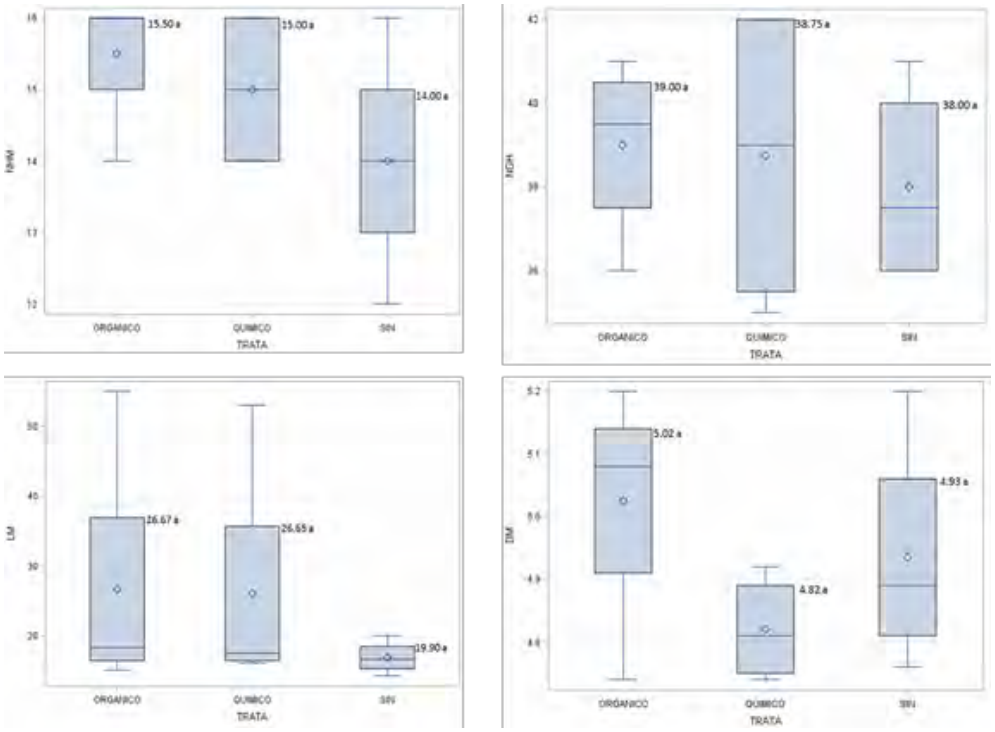


Figura 1. Comportamiento promedio de componentes de rendimiento de grano evaluado en tres tratamientos de fertilización.

El rendimiento de grano (RG) e índice de cosecha (IDC) fue mayor en el tratamiento químico con una producción de grano de 8.05 t ha^{-1} y con un 62.73% de IDC. Se observa también que la fertilización orgánica tuvo efecto en estas dos variables contrario al testigo donde el RG fue menor con 5.71 t ha^{-1}. Esto indica que el nitrógeno y la nutrición orgánica, presentan una diferentes respuesta, significativa en las variables de estudiadas (Tapia *et al*., 2010). Similares resultados fueron encontrados por Pagani *et al*. (2008) quienes mencionaron que con 0 kg ha^{-1} de nitrógeno el rendimiento de maíz, se mantuvo en 4.5 t ha^{-1}, mientras que a una dosis de 80 kg ha^{-1} aumentó a 8.5 t ha^{-1} de grano, sin embargo, a una dosis de 160 kg ha^{-1}de nitrógeno el rendimiento subió a 12 t ha^{-1}, teniendo un máximo de 12.5 t ha^{-1} a una dosis de 210 kg de nitrógeno. El manejo nutricional orgánico, también produjo buenos resultados en rendimiento de grano como se observa en la Figura 2.

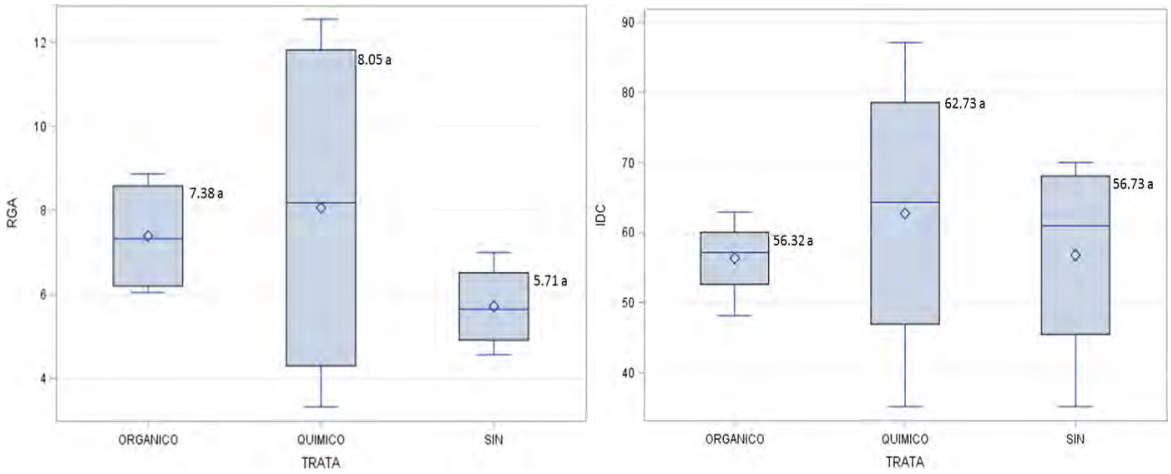


Figura 2. Comportamiento promedio de componentes de rendimiento de grano evaluado en tres tratamientos de fertilización.

CONCLUSIONES

En las variables NGH, NHM, LM y DM no se presentaron diferencias significativas, sin embargo el tratamiento orgánico y químico influyeron en la longitud de mazorca.

El rendimiento de grano (RG) e índice de cosecha (IDC) fue mayor en el tratamiento químico con una producción de grano de 8.05 t ha^{-1} y con un 62.73% de IDC.

BIBLIOGRAFIA

Gallegos S.L., 2006. Alternativas forrajeras para Guanajuato. Secretaria de Desarrollo Agropecuario. SDA. Celaya, Guanajuato

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2008, Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, Cobertura temporal: 2007, Edición 2008, ISSN: 0188-8633.

Pagani A., H.E. Echeverría., H.R Sainz R. y P.A. Barbieri. 2008. Dosis optima económica de nitrógeno en maíz bajo siembra directa en el sudeste bonaerense. Revista Ciencias del suelo 26 (2): 56-61.

Tapia V. L.M, Rico P.H., Larios G.A., M. E. Pedraza S. y J. Vidales F.I. R. 2010. Manejo nutrimental en relación con calidad de fruto y estado nutricional del melón Cantaloupe. Revista Chapingo Serie Horticultura 16(1): 47-53.

Steel. R.; Torrie, J. 1990. Bioestadística: Principios y procedimientos. Mc. Graw-Hill. México, D.F. p. 332-345.

Zhu J.K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol. 53:247-273.

EFECTIVIDAD DE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DEL PICUDO DEL CHILE *Anthonomus eugenii* CANO (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN LA REGIÓN CENTRO-SUR DE CHIHUAHUA

Gamaliel Orozco Hernández, Francisco Báez Iracheta 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.
orozco.gamaliel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El picudo del chile, *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae), es la plaga del cultivo de chile (Capsicum spp.: Solanaceae) más importante económicamente en las regiones tropicales y subtropicales de América, presenta entre cinco y ocho generaciones por año, en campo abierto, y más en invernadero. Las larvas ocasionan el daño principal al barrenar el interior de los frutos y propiciar su abscisión. Los adultos también afectan a las plantas al ovipositar, alimentarse en las yemas florales, flores y frutos pequeños, y provocar su abscisión (Adesso *et al*., 2014; Rodríguez, 1991; Riley, 1999).

En la zona Centro-sur del estado de Chihuahua las máximas capturas de picudos/trampa/semana corresponden a los municipios de Camargo, Saucillo, Delicias y Meoqui en ese orden descendente; y se presentan en el cultivo a partir de la semana 19 (inicio de mayo). Se detecta a partir de junio, pero su población y daño importantes ocurren a finales de julio de cada año, gracias al efecto del invierno y a la aparición tardía de condiciones climáticas óptimas (temperatura y humedad), particularmente lluvias de 20 mm o más para comenzar su actividad (Bolaño y Aranda 1991).

Es un insecto que ataca todos los tipos de chile y puede dañar hasta el 75% de los frutos de una planta. Su importancia radica en su amplia distribución y en ser el insecto que más gastos de control requiere. En las regiones donde está presente se hace un uso intensivo de insecticidas como única medida de control. La mayoría de los tratamientos sigue un programa calendarizado, con más de 15 aplicaciones por temporada de cultivo. La alta incidencia de picudo del chile reduce hasta en un 50% la cantidad y calidad de la cosecha, incrementa la contaminación ambiental y de los frutos y eleva en 15% el costo de producción. 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.

El picudo del chile puede causar pérdidas en la producción de 6-7 ton/ha cuando no se controla oportunamente. En otras regiones productoras las pérdidas varían de un 20 a 40% en el Valle de San Quintín (Baja California), en Guanajuato se alcanzan pérdidas de 50% y en Chihuahua de 35 a 80% con altas infestaciones de picudo. En México, esta plaga ha causado pérdidas superiores a los 210 millones de pesos.

Lo anterior, 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. La presencia en la región del picudo del chile condujo a una mayor utilización de agroquímicos, provocando desequilibrio en la entomofauna, desestabilizando el equilibrio agroecológico con aparición de plagas secundarias y primarias (resurgimiento). El objetivo es fortalecer las medidas fitosanitarias para la prevención y manejo integrado de la plaga a fin de contribuir con la sustentabilidad y competitividad de la producción de chile. Se espera reducir los niveles poblacionales del picudo del chile y el monto de las pérdidas de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo el 11 septiembre en terrenos del Sr. Antonio Muñiz en Estación Consuelo municipio de Meoqui, Chih. Se evaluaron los siguientes insecticidas: Lorsban (*Clorpirifos etil*), Exalt (*Spinoteram*), Muralla (*Imidacloprid+betacyflutrin*), Karate (*Lambda cyalotrina*), Actara (*Thiametoxam*), Calypso (*Thiacloprid*), Malathión 1000, Malathión Ultra bajo volumen (UBV), Bulldock (*Betacyflutrin*), Dimilin (*Diflubenzuron*) y Testigo con agua. 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 a la aplicación de 327 litros por hectárea.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, como se muestra en el Cuadro 1. Las aspersiones fueron hechas sobre parcelas de ocho surcos de 30 metros de longitud y 0.8 metros entre cada surco (192.0 m^2), los conteos se realizaron en los dos surcos centrales de cada parcela. 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.

Los datos se analizaron con el procedimiento ANOVA en el programa estadístico SAS, previamente fueron transformados a Ln de x, analizando las diferencias según prueba de

Duncan para *p=0.05*. Además, con los datos obtenidos de los conteos de adultos de picudo se realizó el cálculo de la eficacia aplicando la fórmula de Abbot (Abbott, 1925).

Fórmula de Abbot:

% Eficacia = ((Vt-Ve)/Vt)*100

Vt = Picudos vivos en el testigo.

Ve = Picudos vivos en el producto evaluado.

Cuadro 1. Distribución de tratamientos en el lote del Sr. Antonio Muñiz. Estación Consuelo. Mpio. Meoqui, Chih.

LORSBAN	KARATE	MURALLA	MALATIÓN UBV	MALATIÓN 1000	TESTIGO	EXALT	BULLDOCK	ACTARA	CALYPSO	DIMILIN
EXALT	ACTARA	MALATIÓN UBV	BULLDOCK	MURALLA	MALATIÓN 1000	DIMILIN	CALYPSO	LORSBAN	KARATE	TESTIGO
MURALLA	LORSBAN	MALATIÓN 1000	CALYPSO	BULLDOCK	DIMILIN	KARATE	TESTIGO	ACTARA	EXALT	MALATIÓN UBV
DIMILIN	CALYPSO	BULLDOCK	EXALT	ACTARA	MALATIÓN UBV	LORSBAN	KARATE	MALATIÓN 1000	TESTIGO	MURALLA

En el Cuadro 2 se presentan las dosis utilizadas para cada producto:

Cuadro 2. Dosis utilizadas en cada tratamiento en el lote del Sr. Antonio Muñiz. Estación Consuelo. Mpio. Meoqui, Chih.

PRODUCTO	DOSIS
Lorsban	1.2 Kg/ha
Exalt	0.5 l/ha
Muralla	0.4 l/ha
Dimilin	0.3 l/ha
Karate	0.7 l/ha
Actara	0.3 Kg/ha
Calypso	0.3 l/ha
Malation 1000	1.0 l/ha
Malatión UV	1.0 l/ha
Bulldock	0.3 l/ha
Testigo (pura agua)	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo a la aplicación de los tratamientos se realizó un muestreo que consistió en revisar 100 terminales por parcela, para detectar la presencia de adultos de picudo y comparar con el umbral económico. En el Cuadro 3 se muestra el número de adultos de picudo observados en 100 terminales, en todos los casos sobrepasa el umbral de acción (Un picudo por cada 400 terminales). Los tratamientos con la más alta población de picudos son: Lorsban, Calypso y Bulldock con 19, 18 y 18 adultos respectivamente. Y con más bajo promedio: el Testigo y

Muralla con 11 picudos cada uno. El análisis estadístico indica que no hay diferencias significativas para el número de picudos en el primer muestreo previo a la aplicación.

Cuadro 3. Población de picudos por tratamiento previa a la aplicación de insecticidas. Meoqui, Chih., 2017.

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	X
Dimilin	25	22	12	9	17
Calypso	29	15	11	16	18
Bulldock	18	11	29	15	18
Exalt	17	14	11	14	14
Actara	15	13	14	13	14
Malation UBV	26	8	6	18	15
Lorsban	22	22	15	15	19
Karate	14	21	15	11	15
Malation 1000	19	13	20	17	17
Testigo	24	5	8	7	11
Muralla	8	14	11	11	11

Posterior a la aplicación hubo diferencias en el número de picudos adultos según el efecto de cada uno de los insecticidas aplicados. Los conteos de los días uno, dos, cuatro y cinco posteriores a la aplicación tuvieron diferencias altamente significativas. Al primer día después de la aplicación (D1), únicamente el testigo tuvo un incremento en el número de adultos con 16. Los tratamientos Malation UBV, Actara y Muralla tuvieron diferencias significativas en relación al testigo con 1, 3 y 4 adultos presentes en comparación con 16 del testigo. Lorsban fue otro de los tratamientos con mejor resultado en el control, pues bajó el número de picudos de 19 a 5. Exalt, Dimilin y Bulldock tuvieron menos respuesta a la aplicación con 14, 16 y 13 picudos respectivamente. En los días dos y tres los tratamientos de Dimilin y el Testigo se mantienen constantes con una población alta de picudos, para caer ligeramente en los días cuatro y cinco. También durante este periodo mejora en su control los tratamientos Calypso y Exalt al pasar de 10 y 14 adultos en 100 terminales en el día uno a 4 y 6 picudos en el día cinco.

Karate solo controlo ligeramente al primer día después de la aplicación posteriormente volvió aumentar el número de picudos a 12 y se mantuvo alrededor de 10, lo mismo sucedió con los tratamientos de Malation 1000 y Lorsban (ver Cuadro 4 y Figura 1).

Cuadro 4. Promedio de adultos de picudo antes de la primera aplicación (D 0) y cinco días posteriores.

TRATAMIENTO	D0	D1	D2	D3	D4	D5
Dimilin	17	16a[1]	19ab	25	10a	12a
Calypso	18	10ab	6abc	6	4 bc	4 bc
Bulldock	18	13ab	11ab	13	7ab	8ab
Exalt	14	14a	8ab	8	5ab	6ab
Actara	14	3 cd	5 bc	6	5ab	5abc
Malation ubv	15	1 d	3 c	2	1 c	2 c
Lorsban	19	5 bc	9ab	9	10a	12a
Karate	15	8abc	12ab	10	9a	9ab
Malation 1000	17	7abc	7abc	9	11a	6ab
Testigo	11	16ab	19a	15	10a	9ab
Muralla	11	4 cd	7ab	8	4abc	4 bc

[1] Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (Duncan α=*0.05*)

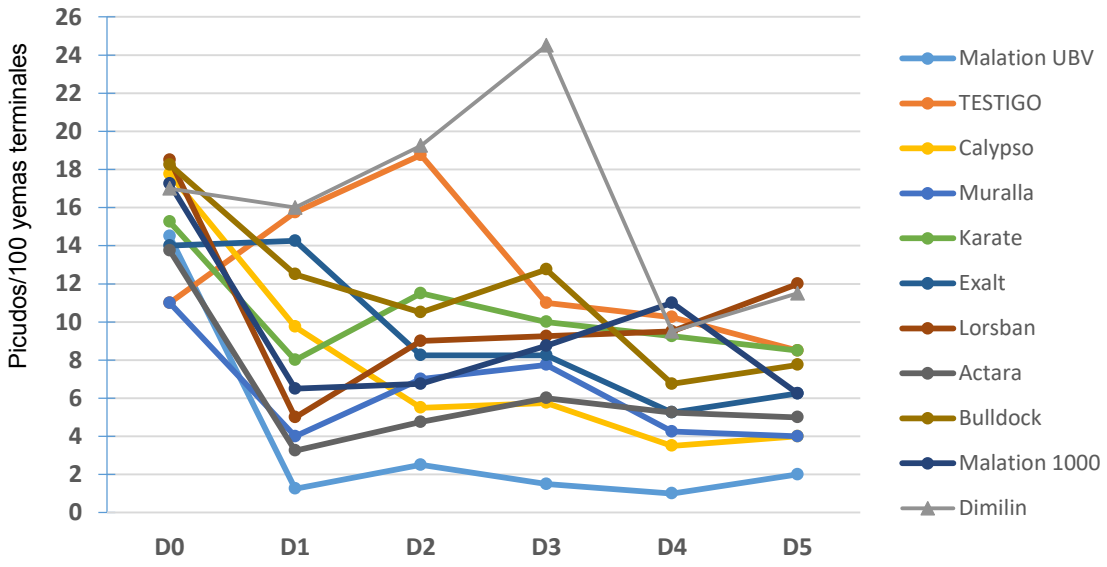


Figura 1. Eficacia de diez insecticidas en el control del picudo del chile. INIFAP-Delicias 2017.

Durante los cinco días los tratamientos que mantuvieron su control fueron: Malation UBV, Actara, Muralla y Calypso, disminuyendo la población de 15, 14, 11 y 8 adultos en 100 terminales a 2, 5, 4 y 4 picudos respectivamente. Esto confirma los resultados de otros trabajos que mencionan el potencial que tienen los insecticidas neonicotinoides para controlar el picudo del chile (Jacobson, 2013; Schuster *et al,* 2008; Servín *et al*, 2009).

Los piretroides en este trabajo no tuvieron la respuesta esperada tanto Karate como Bulldock tuvieron un control muy deficiente, que probablemente se debe al tiempo que estos productos se han estado utilizando en los programas de control de picudo del chile (Riley y Sparks, 1995; Avendaño, 2017).

Eficacia según formula de Abbott.- La prueba de Abbot (Por ciento de eficacia de los insecticidas utilizados) nos muestra que al primer día los tratamientos más eficaces en el control de picudo fueron Malation UBV, Muralla y Actara (Ver Cuadro 5). En el segundo día, el más eficaz fue Malation 1000 con 85.1% seguido de Malation UBV, Calypso, Actara y Muralla. Considerando el acumulado de los cinco días posteriores a la aplicación, los insecticidas con mayor eficacia en el control de picudo con porcentajes de control arriba del 60% fueron: Malation UBV, Calypso, Muralla y Actara.

Cuadro 5. Porcentajes de eficacia en el control de adultos de picudo del chile en los cinco días posteriores a la aplicación.

TRATAMIENTO	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	X
MALATION UBV	89.6	82.5	88.7	87.9	47.8	**79.30**
MURALLA	82.8	68.2	59.1	66.2	45.5	**64.36**
ACTARA	79.4	70.4	66.4	57.8	32.6	**61.32**
MALATION 1000	71.7	85.1	79.6	11.3	42.4	**58.02**
LORSBAN	71.5	49.8	50.7	35.1	0.0	**41.42**
CALYPSO	60.3	77.4	83.2	71.0	67.7	**71.92**
KARATE	58.9	47.0	44.5	8.9	0.0	**31.86**
DIMILIN	28.3	35.6	0.0	16.5	0.0	**16.08**
BULLDOCK	25.7	33.7	35.9	39.8	16.8	**30.38**
EXALT	22.5	46.8	65.1	57.8	27.5	**43.94**

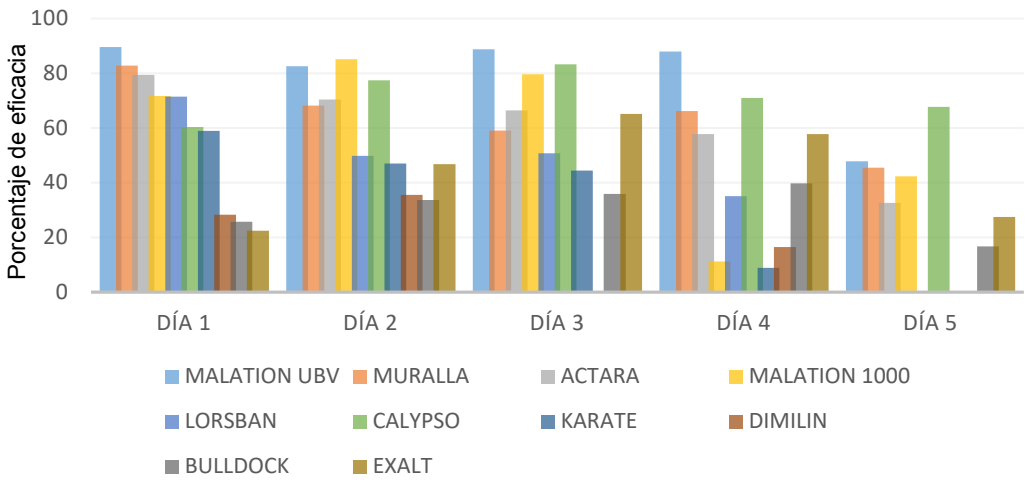


Figura 2. Eficacia de diez insecticidas en el control del picudo del chile, aplicando la fórmula de Abbot (1925). INIFAP-Delicias 2017.

CONCLUSIONES

1. Malation UBV, Actara, Muralla y Calypso, disminuyeron la población de 15, 14, 11 y 8 adultos en 100 terminales a 2, 5, 4 y 4 picudos respectivamente.
2. Los insecticidas con mayor eficacia en el control de picudo con porcentajes de control arriba del 60% fueron: Malation UBV, Calypso, Muralla y Actara.

BIBLIOGRAFIA

Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol, 18, 265-267.

Adesso, M.K.; Stansly, A.P.; Kostyk C.B. and Mcauslane, J.H. 2014. Organic Treatments for Control of Pepper Weevil (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist 97 (3).

Avendaño, M. F. 2017. Efectividad biológica de insecticidas para el manejo de la resistencia del picudo del chile. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Vol. 6, Núm, 11 Enero-Junio 2017 CIBA.

Bolaño, A., R. y E. Aranda H. 1991. Estudio de aspectos biológicos de Anthonomus eugenii Cano (Coleoptera: Curculionidae) en relación con la fenología de su hospedero Capsicum annuum L. En: XXVI Congreso Nacional de Entomología. Soc. Mexicana de Entomología. P.81-82.

Jacobson, R.J. 2013. Peppers and aubergines: A desk study to identify IPM compatible control measures for Nazara viridula and Anthonomus eugenii. Agriculture and Horticulture Development Board. Bramham, West Yorks.

Riley, D.G. and Sparks, A.N. 1995. The pepper weevil and its management. AgriLIFE EXTENSION. Texas A & M University System. 6 p.

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.

Servín, 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.

Schuster, J.D.; Kalb, S. and Shurtlef A. 2008. Pepper Weevil Control on Bell Pepper, Spring 2008. Gulf Coast Rus. & Educ. Ctr. 14625. CR 672. Wimauma, Fl. 33598.

PÉRDIDAS EN PLANTAS DE CHILE CON SÍNTOMAS DE INFECCIÓN POR BEGOMOVIRUS EN LOS LLANOS, DURANGO, MÉXICO.

Maihualy Fernández-Martínez[1] y Rodolfo Velásquez–Valle[2]

[1] Campo Experimental Valle de Guadiana – INIFAP y [2] Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. E – mail: fernandez.maihualy@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la zona productora de chile (*Capsicum annuum* L.) se ha presentado desde 2014 una epidemia entre cuyos agentes causales destacan la bacteria *Candidatus* Liberibacter solanacearum y virus pertenecientes a la familia Geminiviridae, específicamente al género *Begomovirus* (Velásquez-Valle *et al*., 2014). La severidad de la epidemia ha sido fluctuante en cada ciclo de cultivo, sin embargo no es raro que un número variable de parcelas de chile deban ser destruidas dentro de los primeros 30 – 40 días después del trasplante ya que la mayoría de sus plantas se encuentran severamente dañadas por la enfermedad. Por otro lado, un elevado número de productores deciden continuar con los trabajos en sus parcelas, independientemente del grado de daño en sus plantas aun cuando las expectativas de éxito son cada vez más reducidas; por lo tanto es importante definir, a nivel de campo, las posibles pérdidas por planta de acuerdo con la severidad de la enfermedad. De acuerdo con Bos (1982), la estimación experimental de las pérdidas atribuidas a las infecciones virales es extremadamente difícil debido a la contaminación viral de los testigos y a que las inoculaciones a prueba de vectores no reflejan lo que sucede bajo condiciones naturales. El trabajo realizado por Pazarlar *et al.* (2013) indicó que la infección por *Tobacco mosaic virus* (TMV) provocó reducción en parámetros de desarrollo vegetativo de variedades de chile que mostraban mosaico y deformación foliar entre otros síntomas. Es importante definir el nivel de daño que puede ser aceptado en una parcela de chile antes de sufrir pérdidas económicas considerables que impidan la obtención de beneficios económicos, consecuentemente el objetivo del trabajo consistió en determinar las pérdidas en plantas de chile para consumo en fresco de los tipos Jalapeño y Anaheim con síntomas asociados principalmente a la infección por Begomovirus.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una parcela comercial localizada en el municipio de Poanas, en la región de Los Llanos, Durango se colectaron plantas de chile de los tipos para consumo en fresco Jalapeño y Anaheim que mostraban síntomas de infección por Begomovirus (mosaico o bandeado amarillo, diferentes grados de distorsión en el follaje, especialmente en el más joven y frutos jóvenes

deformes y de menor tamaño). Se establecieron tres categorías arbitrarias de daño basadas en la severidad de la enfermedad: 3) Planta con síntomas iniciales (hojas con puntos o manchas cloróticas tenues) en menos del 25% del follaje; 5) Planta con síntomas moderados (hojas con manchas o mosaico clorótico a amarillo, sin deformación, sin enanismo pero con frutos deformes o de menor tamaño) en el 25.1 a 50% del follaje y 7) plantas con síntomas severos (Hojas con mosaico clorótico severo, deformación severa en hojas jóvenes y frutos, enanismo marcado) en más del 50% del follaje. Para comparar el efecto de la infección se colectaron plantas asintomáticas (testigos). Para cada categoría de daño en el respectivo tipo de chile se colectaron cinco plantas, incluyendo el testigo (asintomáticas). A cada planta se le tomaron los siguientes datos: peso separado de tallo, ramas, hojas así como número y peso de frutos en fresco y actualmente se prosigue con el proceso de secado. En este trabajo se muestran los resultados del peso en fresco solamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Anaheim

El peso promedio de tallo, ramas y hojas pertenecientes a las plantas asintomáticas fue superior al de las tres categorías de daño; por el contrario, las plantas en la categoría de daño 7 resultaron con el menor peso promedio en los órganos mencionados. En la variable de peso promedio de frutos resultaron estadísticamente similares aquellos obtenidos por las plantas en la categoría de daño 5 (401.4 g) y las aparentemente sanas (299.8 g); el menor peso de frutos se registró en las plantas de la categoría de daño 7 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Peso promedio de tallo, ramas, hojas y frutos de plantas de chile tipo Anaheim con diferente categoría de daño por síntomas de posible origen viral y aparentemente sanas.

	Peso (g)			
Categoría de daño	Tallo	Ramas	Hojas	Frutos
3	15.9 ab[1]	22.4 bc	39.0 bc	291.8 b
5	22.6 ab	29.2 b	52.6 ab	401.4 a
7	13.9 b	16.5 c	19.9 c	102.0 c
Asintomática	24.3 a	41.1 a	71.0 a	299.8 ab

[1] Promedios con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05%).

Jalapeño

La severidad de la infección no impactó el peso promedio del tallo de plantas de chile Jalapeño que osciló entre 13.5 (categoría de daño 3) y 22.8 g (categoría de daño 5). El mayor peso

promedio de ramas fue el perteneciente a las plantas aparentemente sanas y la categoría de daño 5, estadísticamente similar entre ambas categorías, mientras que el obtenido para las ramas de plantas en la categoría de daño 7 fue el menor. Por lo que respecta al peso del follaje se encontró que el mayor peso de hojas correspondió a plantas pertenecientes a la categoría de daño 5 en tanto que el menor peso de follaje se registró en plantas ubicadas en la categoría de daño 3. Las plantas asintomáticas tuvieron el mayor peso de frutos; por el contrario, las ubicadas en la categoría de daño 7 resultaron con el menor peso de frutos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Peso promedio de tallo, ramas, hojas y frutos de plantas de chile tipo Anaheim con diferente categoría de daño por síntomas de posible origen viral y aparentemente sanas.

	Peso (g)			
Categoría de daño	Tallo	Ramas	Hojas	Frutos
3	13.5 ns	19.6 ab	24.8 b	165.3 ab
5	22.8 ns	34.0 a	67.9 a	239.8 ab
7	14.4 ns	11.6 b	33.8 ab	106.4 b
Asintomática	19.5 ns	34.5 a	63.8 ab	344.4 a

[1] Promedios con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05%).

Las plantas de chile del tipo Anaheim con mayor peso total resultaron las pertenecientes a la categoría de daño 5; las de menor peso correspondieron a las de la categoría de daño 7. Las plantas con mayor peso total, en el caso de chile Jalapeño, resultaron las pertenecientes al grupo de plantas aparentemente sanas; por el contrario las de inferior peso se encontraron en la categoría de daño 7 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de peso promedio combinado de tallo, ramas, hojas y frutos de plantas de chile Anaheim y Jalapeño con diferentes grados de daño por posible infección viral y plantas aparentemente sanas.

Tipo de chile	Categoría de daño	Peso (g)
Anaheim	3	369.1 b
	5	505.8 a
	7	150.3 c
	Asintomática	436.2 ab
Jalapeño	3	223.1 b
	5	339.0 ab
	7	166.2 b
	Asintomática	462.1 a

[1] Promedios con la misma letra son estadísticamente similares (Tukey, 0.05%).

La infección viral de plantas altera su desarrollo y es frecuentemente asociada con el síntoma de enanismo que a su vez se correlaciona con la pérdida de clorofila en las hojas (Cordrey y Bergman, 1979); esta pérdida de clorofila podría ser asociada con los síntomas de mosaico o bandeado amarillo frecuentes en esta región de Durango y que conducirían al malfuncionamiento fisiológico de las plantas que a su vez se traduciría en pérdidas en acumulación de biomasa.

Independientemente del estado fitosanitario, los frutos fueron el órgano de mayor peso en comparación con el tallo, ramas y hojas; es conveniente mencionar que los dos tipos de chile utilizados en el actual trabajo, son destinados al consumo en fresco y que por lo tanto tienden a acumular un mayor contenido de agua. El rango de acumulación de biomasa para frutos de Anaheim y Jalapeño varió entre 68.7 y 79% y entre 64.0 y 74.5% respectivamente. Se identificó un patrón de acumulación de biomasa en plantas de los dos tipos de chile en las categorías con menor severidad de la enfermedad, 3 y 5, así como en las plantas asintomáticas; el porcentaje de acumulación de biomasa se incrementa de tallo a ramas a hojas y, finalmente a frutos. Sin embargo en las plantas de la categoría de daño 7 en ambos tipos de chile, el porcentaje de biomasa en las ramas es menor que el porcentaje de biomasa del tallo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Acumulación de biomasa (%) en tallo, ramas, hojas y frutos de plantas de chile Anaheim y Jalapeño con síntomas virales y asintomáticas.

	Acumulación de biomasa (%)			
	Anaheim			
Categoría de daño	Tallo	Ramas	Hojas	Frutos
3	4.3	9.4	10.6	79.0
5	4.5	6.1	10.4	79.3
7	9.1	5.8	13.1	66.9
Asintomáticas	5.6	10.8	16.3	68.7
	Jalapeño			
3	5.7	8.4	10.6	70.6
5	6.2	9.3	18.6	65.8
7	8.7	6.9	20.3	64.0
Asintomáticas	4.2	7.4	13.8	74.5

Los resultados del presente trabajo sólo incluyen el impacto de la enfermedad sobre la producción de chile de los tipos Anaheim y Jalapeño al momento de la colecta de las muestras aunque el trabajo debe diseñarse para efectuar la evaluación de daño de manera que incluya todos los cortes de fruto y el cambio de severidad de la enfermedad a través del ciclo de cultivo.

CONCLUSIONES

Se observó que en general, el peso individual de tallo, hojas, ramas y frutos de plantas asintomáticas del tipo Anaheim fue superior al de plantas con diferentes categorías de daño, sin embargo esta tendencia no fue claramente identificada en las plantas del tipo Jalapeño.

Se observó que en ambos tipos de chile el peso total y el de algunas de las variables individuales de las plantas en la categoría de daño moderado (5) resultó similar al de aquellas consideradas como asintomáticas, por lo que se debe revisar el diseño de muestreo a fin de eliminar posibles errores en la selección de muestras.

En ambos tipos de chile e independientemente del grado de daño el mayor porcentaje de peso fue representado por los frutos, sin embargo, es necesario contrastar estos resultados con los de peso en seco.

BIBLIOGRAFIA

Bos, L. 1982. Crop losses caused by viruses. Crop Protection 1:263-282.

Cordrey, T.D. and Bergman, E. L. 1979.Influence of cucumber mosaic virus on growth and elemental composition of susceptible (*Capsicum annuum* L.) and resistant (*Capsicum frutescens* L.) peppers. Journal of the American Society for Horticultural Science 104:505-510.

Pazarlar, S., Gümüş, M. and Öztekín, G. B. 2013. The effects of *Tobacco mosaic virus* infection on growth and physiological parameters in some pepper varieties (*Capsicum annuum* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 41:427-433.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Mena-Covarrubias, J., Salas-Muñóz, S., and Mauricio-Castillo, J.A. 2014. Outbreak of *Candidatus* Liberibacter solanacearum in dried chile pepper in Durango, Mexico. Agrofaz 14:93-98.

PRESENCIA DE CHICHARRITAS EN PARCELAS DE ALFALFA EN AGUASCALIENTES, DURANGO Y ZACATECAS, MÉXICO.

Rodolfo Velásquez-Valle[1] y Maihualy Fernández-Martínez[2]

[1] Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, [2] Campo Experimental Valle de Guadiana –INIFAP. E-Mail: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México se cultivan alrededor de 156, 000 hectáreas con alfalfa (*Medicago sativa* L.) con un rendimiento promedio de 19.8 t ha $^{-1}$ de forraje henificado (Montemayor *et al.*, 2012). La mayor superficie sembrada y cosechada se encuentra en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Jalisco, Hidalgo, Guanajuato, Puebla y Baja California donde se concentra el 70% de la producción nacional de este forraje (Lara y Jurado, 2014; Rojas *et al.*, 2016). Existe poca información acerca de la presencia de chicharritas (Homoptera:Cicadellidae) en las parcelas de alfalfa; Nielsen *et al.* (1999) afirman que la chicharrita de la papa *Empoasca fabae* (Harris) puede afectar el desarrollo de plantas de esa forrajera en función de la etapa en que se encuentre el cultivo. Otros estudios han señalado la habilidad de algunas especies de cicadelidos para transmitir fitoplasmas (Khadhair *et al.*, 1997). En el norte centro de México la chicharrita del betabel (*Circulifer tenellus* Baker) ha sido identificada como vector de virus y bacterias y se ha señalado su presencia en parcelas de alfalfa (Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Swisher *et al.*, 2017; Velásquez-Valle *et al.*, 2017). La información sobre la identidad genérica de las chicharritas en parcelas de éste forraje es escasa por lo que el objetivo del presente trabajo consistió en identificar los géneros de chicharritas presentes en parcelas de alfalfa en Aguascalientes, Durango y Zacatecas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron chicharritas en parcelas comerciales de alfalfa seleccionadas al azar en regiones de Aguascalientes, Durango y Zacatecas, México entre enero y junio de 2017. La colecta de cicadelidos se realizó mediante una red entomológica de golpeo (100 golpes de red en cuatro puntos de la parcela). El contenido de la red se depositó en una bolsa de plástico y se trasladó al laboratorio de fitopatología del Campo Experimental Zacatecas (INIFAP) para su separación e identificación; las chicharritas se separaron e identificaron de acuerdo con las claves taxonómicas proporcionadas por Nielsen (1968).

Para calcular la riqueza o variedad de especies se calcularon los índices de Shannon-Wiener, de riqueza de Margalef (d_1) y de Menhinick (d_2), cuyos valores aumentan a medida que el número de especies se hace mayor (Sánchez-Palomino *et al.*, 1993; Thomazoni *et al.*, 2013).

Se calculó también la constancia definida como el porcentaje de muestras en las cuales una especie dada se encuentra presente; posteriormente los géneros de chicharritas se agruparon en tres categorías "constante": cuando se localizaron en más del 50% de las muestras; "adicional": cuando estuvieron presentes en 26 a 50% de las muestras y "accidental": cuando se identificaron en menos del 25% de las muestras (Thomazoni *et al.*, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron chicharritas en 49 parcelas comerciales de alfalfa distribuidas en los estados de Aguascalientes (42.8%), Durango (12.3%) y Zacatecas (44.9%) en las cuales se identificaron 10 géneros de chicharritas: *Aceratagallia* spp., *Circulifer* spp., *Cuerna* spp., *Dalbulus* spp., *Draeculacephala* spp., *Empoasca* spp., *Graminella* spp., *Hordnia* spp., *Scaphytopius* spp. y *Texananus* spp., cuya presencia había sido mencionada en Aguascalientes y Zacatecas durante la época invernal en algunos cultivos propios de esa época, incluyendo alfalfa (Velásquez-Valle *et al.,* 2017).

Se colectaron 323 adultos de chicharritas en las 49 parcelas visitadas; en solamente cuatro de ellas no se encontraron cicadelidos. Los géneros más frecuentes fueron *Draeculacephala* spp., *Aceratagallia* spp. y *Empoasca* spp.; los especímenes de estos tres géneros representan poco más del 70% del total capturado. Por el contrario, los géneros menos frecuentes resultaron *Hordnia* spp., *Dalbulus* spp., *Cuerna* spp. y *Texananus* spp.

De acuerdo con la clasificación de los valores de constancia dados por Thomazoni *et al.* (2013) solamente un género (*Aceratagallia* spp.) puede calificarse como constante al identificarse en más de la mitad de las parcelas muestreadas; cuatro géneros (*Circulifer* spp., *Draeculacephala* spp., *Empoasca* spp. y *Graminella* spp.) pueden definirse como adicionales o accesorios al detectarse su presencia entre el 26 y 50% de las parcelas muestreadas; los géneros *Cuerna* spp., *Dalbulus* spp., *Hordnia* spp., *Scaphytopius* spp. y *Texananus* spp. se clasificaron como accidentales al encontrarse en menos del 25% de las parcelas muestreadas. Sin embargo, algunas especies pertenecientes a los géneros *Aceratagallia* spp. *Empoasca* spp. y *Cuerna* spp. han sido asociados a la transmisión de fitoplasmas causantes de escobas de bruja en alfalfa (Khadhair *et al.*, 1997; Khan *et al.*, 2003). El porcentaje de adultos por género capturados en parcelas de Aguascalientes fue superior para *Draeculacephala* spp. (60.6%), *Graminella* spp.

(57.1%), *Aceratagallia* spp. (45%); sólo en el caso de *Empoasca* spp., la población capturada en Zacatecas (56.9%) fue mayor a la atrapada en Aguascalientes.

Los valores del índice de Margalef (d_1) para las parcelas de alfalfa en Aguascalientes oscilaron entre 0.417 y 2.232; el número de chicharritas capturadas en esas parcelas fue de 11 y 6 respectivamente aunque en el primero sólo estaban representados dos géneros mientras que en el último se encontraban cinco géneros. Por su parte el índice de Menhinick (d_2) varió entre 2.828 y 20 en parcelas en donde el número de chicharritas capturadas fue de 2 y 16 respectivamente aunque solamente se encontraron dos y cinco géneros en la primera y última parcela respectivamente. El ISW se extendió entre valores de 1.505 y 4.739; el primero se obtuvo en una parcela donde se capturaron siete individuos pertenecientes a dos géneros mientras que el segundo se logró en una parcela donde se atraparon seis individuos pertenecientes a cinco géneros y en donde también se había obtenido el valor más alto para el índice de Margalef Los valores del índice de Margalef (d_1) para las parcelas de alfalfa en Aguascalientes oscilaron entre 0.417 y 2.232; el número de chicharritas capturadas en esas parcelas fue de 11 y 6 respectivamente aunque en el primero sólo estaban representados dos géneros mientras que en el último se encontraban cinco géneros. Por su parte el índice de Menhinick (d_2) varió entre 2.828 y 20 en parcelas en donde el número de chicharritas capturadas fue de 2 y 16 respectivamente aunque solamente se encontraron dos y cinco géneros en la primera y última parcela respectivamente. El ISW se extendió entre valores de 1.505 y 4.739; el primero se obtuvo en una parcela donde se capturaron siete individuos pertenecientes a dos géneros mientras que el segundo se logró en una parcela donde se atraparon seis individuos pertenecientes a cinco géneros y en donde también se había obtenido el valor más alto para el índice de Margalef

En tres de las seis parcelas de alfalfa muestreadas en Durango no fue posible calcular valores de abundancia debido a la escasa población de chicharritas capturada. El mayor índice de Margalef (1.443) se obtuvo en una parcela con cuatro cicadelidos capturados y que pertenecían a dos géneros; el valor superior del índice de Menhinick (7.348) fue calculado para una parcela con seis individuos pertenecientes a tres diferentes géneros. Por su parte, el mayor ISW fue obtenido en la misma parcela donde sobresalió el índice de Menhinick En tres de las seis parcelas de alfalfa muestreadas en Durango no fue posible calcular valores de abundancia debido a la escasa población de chicharritas capturada. El mayor índice de Margalef (1.443) se obtuvo en una parcela con cuatro cicadelidos capturados y que pertenecían a dos géneros; el valor superior del índice de Menhinick (7.348) fue calculado para una parcela con seis

individuos pertenecientes a tres diferentes géneros. Por su parte, el mayor ISW fue obtenido en la misma parcela donde sobresalió el índice de Menhinick

En las parcelas de alfalfa muestreadas en Zacatecas el índice de Margalef mostró un rango de variación entre 0.558 y 2.202; el valor más reducido se obtuvo en una parcela con seis individuos pertenecientes a dos géneros en tanto que el valor superior se calculó para una parcela con 24 individuos pertenecientes a 8 géneros. El valor más alto del índice de Menhinick (39.191) se calculó en la misma parcela donde el índice de Margalef resultó sobresaliente; en cambio el menor valor (1.414) de éste índice se logró en una parcela donde el número de individuos capturados fue considerable (22) pero pertenecientes a únicamente dos géneros. Una parcela con 19 cicadelidos repartidos en seis géneros resultó con el valor más elevado del ISW (5.322); en cambio, el valor más reducido de éste mismo índice (1.194) se calculó para una parcela con 23 individuos pertenecientes a sólo dos géneros de chicharritas.

CONCLUSIONES

Se identificaron especímenes de la familia Cicadellidae pertenecientes a los géneros *Aceratagallia* spp., *Dalbulus* spp., *Draeculacephala* spp., *Circulifer* spp., *Cuerna* spp., *Empoasca* spp., *Graminella* spp. *Hordnia* spp., *Scaphytopius* spp. y *Texananus* spp. en parcelas de alfalfa de los estados de Aguascalientes, Durango y Zacatecas.

De acuerdo con los criterios de constancia se clasificó al género *Aceratagallia* spp. como constante; a los géneros *Circulifer* spp., *Draeculacephala* spp., *Empoasca* spp. y *Graminella* spp. como accesorios mientras que los géneros *Cuerna* spp., *Dalbulus* spp., *Hordnia* spp., *Scaphytopius* spp. y *Texananus* fueron considerados como accidentales en las parcelas de alfalfa de esta región.

BIBLIOGRAFÍA

Khadhair, A-H., Hiruki, C., and Wang, S.F. 1997. Molecular detection of alfalfa witche´s-broom phytoplasma in four leafhopper species associated with infected alfalfa plants. Microbiological Research 152:269-275.

Khan, A.J., Botti, S., Al-Subhi, A.M., Zaidi, M.A., Altosaar, I., Alma, A., and Bertaccini, A. 2003. Molecular characterization of the 16S rRNA gene of phytoplasmas detected in two leafhopper species associated with alfalfa plants infected with witches´s broom in Oman. Phytopathologia Mediterranea 42:257-267.

Lara, M.C.R. y Jurado, G.P. 2014. Paquete tecnológico para producir alfalfa en el estado de Chihuahua. Sitio Experimental La Campana – INIFAP. Folleto Técnico Núm. 52. ISBN: 978-607-37-0277-5. 48 p.

Montemayor, T.J.A., Woo, R.J.L., López, J.M., López, A.R., Segura, C.M.A., Yescas, C.P. Frías, R.E. 2012. Producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivada con riego sub-superficial y diferentes niveles de fósforo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3:1321-1332.

Nielsen, M. W. 1968. The leafhoppers vectors of phytopathogenic viruses (Homoptera:Cicadellidae) taxonomy, biology, and virus transmission. Technical Bulletin No. 1382. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture.

Nielsen, G.R., Fuentes, C., Quebedeaux, B., Wang, Z., and Lamp, W.O. 1999. Alfalfa physiological response to potato leafhopper injury depends on leafhopper and alfalfa developmental stage. Entomologia Experimentalis et Applicata 90:247-255.

Rojas, G.A.R., Hernández-Garay, A., Cansino, S.J., Peralta, M.M.A., Mendoza, P.S.I., Alvarez, V.P. y Joaquín, T.B.M. 2016. Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7:1855-1866.

Sánchez-Palomino, P. y Rivas-Pava, P. 1993. Composición, abundancia y riqueza de especies de la comunidad de murciélagos en bosques de galería en la serranía de la macarena (meta – Colombia). Caldasia 17:201-312.

Swisher, K.D., Munyaneza, J.E., Velásquez-Valle, R., and Mena-Covarrubias, J. 2018. Detection of pathogens associated with psyllids and leafhoppers in *Capsicum annuum* L. in the Mexican states of Durango, Zacatecas, and Michoacán. Plant Disease 102:146-153.

Thomazoni, D., Ferreira, S.M., Degrande, P.E., Faccenda, O., and Silvie, P.J. 2013. Arthropods biodiversity index in bollgard®cotton (Cry1Ac) in Brazil.Interciencia38:849-856.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M., and Creamer, R. 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of chile pepper in North-Central Mexico. Plant Disease 92:650

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2017. Géneros de chicharritas presentes durante el invierno en regiones de Aguascalientes, Coahuila y Zacatecas, México. Southwestern Entomologist 42:249-259.

NEMATODOS ASOCIADOS A PLANTAS DE CHILE (*Capsicum annuum* L.) CON SÍNTOMAS DE AMARILLAMIENTO EN EL NORTE CENTRO DE MÉXICO

Maihualy Fernández-Martínez[1] y Rodolfo Velásquez-Valle[2]*

[1] Campo Experimental Valle de Guadiana – INIFAP, [2] Campo Experimental Zacatecas - INIFAP
velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annuum* L.) es un cultivo importante en las parcelas irrigadas del Norte Centro de México que comprende a los estados de Aguascalientes, Durango y Zacatecas. Entre los tipos de chile más cultivados en esta región se encuentran los dedicados al secado como el Ancho, Mirasol y Pasilla así como los tipos para consumo en fresco como Jalapeño y Tornachile en menor proporción. La enfermedad conocida como amarillamiento o virosis del chile se encuentra ampliamente distribuida en la región donde se le ha asociado con un gran número de síntomas entre los que destacan varios grados de clorosis, enanismo, deformaciones de hojas y frutos. Se han utilizado herramientas moleculares y serológicas para identificar los agentes patológicos, virus y fitoplasmas principalmente, asociados con la enfermedad (Velásquez-Valle *et al.*, 2008; Velásquez-Valle *et al.*, 2012; Mauricio-Castillo *et al.*, 2015), sin embargo poca importancia se le ha dado a la presencia potencial de nematodos que bajo determinadas circunstancia pudieran incrementar la severidad de la enfermedad. La infección por nematodos como *Meloidogyne* y *Belonolaimus longicaudatus* en plantas de chile provoca síntomas como clorosis y enanismo (McSorley y Thomas, 2003). Montes (1979) señaló la presencia de seis géneros de nematodos afectando las plantas de chile en los estados de Sinaloa, Tamaulipas, Querétaro, Morelos, Aguascalientes, Hidalgo, Colima, Durango, Guanajuato, Michoacán y Puebla. De acuerdo con Montes (2000) en México se han reportado 12 géneros de nematodos afectando las plantas de chile. Un estudio realizado en parcelas comerciales de chile de los estados de Aguascalientes, Chihuahua, Guanajuato y Zacatecas reveló la presencia de 10 géneros de nematodos (Velásquez-Valle *et al.*, 2014). Poco se conoce acerca de la nematofauna asociada a las plantas de chile con síntomas de amarillamiento/virosis por lo que el objetivo del actual trabajo consistió en identificar los géneros de nematodos asociados con plantas de chile que mostraban síntomas de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una muestra de suelo (0.5 kg) fue colectada en la zona radicular de plantas de chile de los diferentes tipos de chile para consumo en seco y fresco que mostraban un rango de síntomas (principalmente, diferentes grados de clorosis junto con distorsión foliar, enanismo, pérdida de estructuras reproductivas y frutos pequeños y deformes) asociados con la enfermedad. La colecta de suelo se realizó en las áreas productoras de chile de los estados de Aguascalientes, Durango y Zacatecas durante Junio y Julio de 2018, aunque solo se reportan los resultados obtenidos en parcelas de Durango.

La muestra de suelo se secó y homogenizó y se tomó una submuestra de 50 g que fue colocada en un embudo Baermann por 48 h. Al final de éste periodo el agua del embudo se recuperó; los nematodos presentes fueron montados utilizando un microscopio de disección e identificados a nivel género bajo un microscopio compuesto. La información taxonómica proporcionada por Mai y Mulllin () fue utilizada para confirmar la identificación de los nematodos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron muestras de suelo colectadas en 12 parcelas de chile en el estado de Durango, de las cuales 8 pertenecían al tipo Mirasol y una a cada uno de los tipos Anaheim, Ancho y Jalapeño.

En todas las muestras de suelo analizadas se identificó al menos un género de nematodo; independientemente del tipo de chile se identificaron ocho géneros de nematodos; *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Dorylaimus*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Rhabditis* y *Tylenchus*. El número de géneros presente por parcela varió entre dos y seis mientras que en algunos géneros el número de individuos pertenecientes a un género específico alcanzó valores de 29 o 23 que corresponden a *Rhabditis* y *Aphelenchus* respectivamente.

El número y proporción de cada nematodo varió para cada parcela muestreada (Cuadro 1), sin embargo, los de los géneros *Rhabditis* y *Aphelenchus* se encontraron presentes en las muestras de todas las parcelas.

De acuerdo con Kanzaki y Giblin-Davis (2012) el género *Aphelenchus* comprende especies consideradas como agentes de control biológico de hongos así como especies fitopatógenas facultativas pero no se han reportado daños severos en especies de importancia agrícola.

Cuadro 1. Géneros de nematodos presentes en muestras de suelo colectadas en la rizosfera de plantas con síntomas de amarillamiento/virosis de chile

	Nematodos							
Parcela	1[x]	2	3	4	5	6	7	8
1	3	10	5	0	1	0	0	0
2	9	3	11	2	2	0	0	0
3	16	1	11	0	1	2	0	0
4	17	0	16	1	1	1	0	0
5	8	1	2	0	0	0	0	0
6	29	1	23	1	0	1	0	0
7	14	0	8	0	0	0	0	0
8	11	2	6	0	0	1	0	0
9	13	1	9	0	1	1	0	0
10	6	2	3	0	0	1	0	0
11	5	1	6	1	2	0	0	1
12	6	0	3	0	0	0	0	0

[x] 1: *Rhabditis;* 2: *Dorylaimus*; 3: *Aphelenchus*; 4: *Helicotylenchus*; 5: *Pratylenchus;* 6: *Tylenchus;* 7: *Aphelenchoides;* 8: *Ditylenchus*

Nematodos de *Tylenchus* se identificaron en el suelo del 50% de las muestras colectadas; solamente la especie *T. costatus*, según Thorne (1961) ha sido reportada como fitopatógeno aunque los especímenes de este género se encuentran entre los más frecuentemente hallados en la rizosfera.

Entre los nematodos reportados como patógenos agresivos se encuentran *Ditylenchus* y *Pratylenchus*; en el actual trabajo se encontraron especímenes de esos géneros en una y cinco de las parcelas muestreadas respectivamente y siempre en números reducidos, de uno a dos individuos; según Castillo *et al.* (2007) el ataque de *D. dipsaci* en la punta de las raíces de plantas como zanahoria y remolacha azucarera puede provocar enanismo, un síntoma común en las plantaciones de chile de la región, sin embargo, se remarca que en este trabajo solamente en una parcela se detectaron individuos de éste género. También es necesario

mencionar que de acuerdo con SENASICA (2013), el chile no se considera hospedero primario o secundario de ese nematodo.

La población relativamente reducida de *Pratylenchus* (de uno a dos individuos por parcela) en el actual trabajo parece apoyada por el reporte de Mountain y Mckeen (1962) quienes mencionaron que la reproducción de *P. penetrans* en la raíz de plantas de chile fue muy limitada.

La mayoría de las plantas muestreadas presentaban síntomas como clorosis (generalmente mosaico amarillo), deformación de hojas y frutos además de diferentes grados de enanismo cuya expresión pudiera verse incrementada por la concurrencia de nematodos fitoparásitos, especialmente como los pertenecientes a *Ditylenchus* y *Pratylenchus*, sin embargo su escasa distribución y reducidas poblaciones evitan que se les pueda involucrar en la expresión de los síntomas mencionados, al menos hasta donde lo permite la información generada por las muestras colectadas en Durango.

CONCLUSIONES

Con los datos disponibles de las parcelas muestreadas en el estado de Durango no es posible identificar la presencia de un género o géneros de nematodos de marcado carácter patogénico consistentemente asociado con la sintomatología observada

BIBLIOGRAFÍA

Castillo, P., Vovlas, N., Azpilicueta, A., Landa, B.B. y Jímenez-Díaz, R.M. 2007. Host-parasite relationships in fall-sown sugar beets infected by the stem and bulb nematode, *Ditylenchus dipsaci*. Plant Disease 91:71-79.

Kanzaki, N. and Giblin-Davis, R.M. 2012. Aphelenchoidea. Pp. 161-208. *In:* Practical Plant Nematology. (ed. by R.H. Manzanilla-López and N. Marbán-Mendoza). Biblioteca Básica de Agricultura. Guadalajara, Jalisco, México. 883 p.

Mai, W.F. and Mullin, P.G. 1996. Plant-parasitic nematodes. A pictorial key to genera. Fifth edition. Cornell University Press. 277 p.

Mauricio-Castillo, J.A., Salas-Muñoz, S., Velásquez-Valle, R., Ambriz-Granados, S. y Reveles-Torres, L.R. 2015. "*Candidatus* Phytoplasma trifolii" (16SrVI) en chile mirasol (*Capsicum annuum* L.) cultivado en Zacatecas, México. Revista Fitotecnia Mexicana 38:389-396.

McSorley, R. and Thomas, H.S. 2003. Root-knot nematodes. Compendium of Pepper Diseases. (Ed. by K. Pernezny, P. D. Roberts, J.F. Murphy and N.P. Goldberg). The American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, USA.

Montes, R.M. 1979. Avances de nematología agrícola en México. Colegio Superior de Agricultura Tropical. SARH. 89 p.

Montes B.R. 2000. Nematología vegetal en México. Investigación documental. Ed. Dr. Guillermo Fuentes Dávila. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. 98 p.

Mountain, W.B. and Mckeen, C.D. 1962. Effect of *Verticillium dahliae* on the population of *Pratylenchus penetrans*. Nematológica 7:261-266.

SENASICA. 2013. Nematodo del tallo y de los bulbos *Ditylenchus dipsaci*. Ficha Técnica No. 18. Dirección General de Sanidad Vegetal – SAGARPA. 50 p.

Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. McGraw-Hill Book Company, Inc. 553 p.

Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M.M., and Creamer, R. 2008. First report of *Beet mild curly top virus* infection of chile pepper in north-central Mexico. Plant Disease 92:650.

Velásquez-Valle, R. , Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2012. Incidencia y sintomatología de cinco virus en parcelas comerciales de chile seco en Aguascalientes, San Luis Potosí y Zacatecas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 3:381-390.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mauricio-Castillo, J.A. 2014. Incidencia de enfermedades parasitarias de chile en el Norte Centro de México. Folleto Técnico Núm. 52. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP. 40 p.

CARACTERÍSTICAS DE FRUTOS COLECTADOS EN PLANTAS DE CHILE CON INFECCIONES NATURALES DE VIRUS Y BACTERIAS EN DURANGO, MÉXICO

Rodolfo Velásquez-Valle[1], Maihualy Fernández Martínez[2] y Manuel Reveles Hernández[1]

[1] Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, [2] Campo Experimental Valle de Guadiana – INIFAP.
velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El principal factor limitante para la producción de chile para secado (*Capsicum annuum* L.) en la región de Poanas, Durango lo constituyen la presencia de enfermedades. En 2014 se reportó un brote epidémico de una bacteria limitada al floema denominada "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" (CLso) que es transmitida por medio del psilido *Bactericera cockerelli* Sulc. mejor conocido como paratrioza (Velásquez-Valle *et al.*, 2014). La sintomatología provocada por éste patógeno incluía un bandeo amarillento en las hojas más viejas provocada por la bacteria (Velásquez-Valle *et al.*, 2015) así como una deformación severa de los brotes y enanismo de la planta que recientemente se han asociado con la infección por begomovirus transmitidos por mosquita blanca. Aunque se ha mencionado que el impacto de la enfermedad en los frutos consistía en deformaciones y pérdida de tamaño (Velásquez-Valle *et al.*, 2015), también se ha indicado que la bacteria es capaz de transmitirse por medio de la semilla (Camacho-Tapia *et al.*, 2011) lo que condujo a la hipótesis de que los frutos en las plantas infectadas debían mostrar cambios en sus características físicas; existe poca información sobre el efecto de la enfermedad en frutos maduros por lo que el objetivo del trabajo consistió en comparar algunas características de los frutos obtenidos en plantas de chile con síntomas de infección viral y bacteriana con aquellos provenientes de plantas aparentemente sanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante septiembre de 2016 se colectaron plantas de chile de diferentes tipos destinados al consumo en fresco y seco que mostraban síntomas de infección viral o bacteriana (amarillamiento, mosaico, enanismo, deformación foliar) a la vez que se colectó una planta aparentemente sana de cada material. Se obtuvieron los frutos presentes en cada planta y se registraron los siguientes datos de cada fruto: peso (g), longitud total, longitud del pedúnculo y longitud y ancho de la baya (cm) y peso total y de 20 semillas (g).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo un número variable de frutos de plantas enfermas y sanas de 10 genotipos de chile (siete variedades y tres criollos) para secado y consumo en fresco procedentes de dos parcelas ubicadas en el área de Poanas, Durango. Los principales síntomas detectados en las plantas donde se colectaron los frutos fueron variegado (mosaico), enanismo y deformación foliar (Cuadro 1).

Cuadro 1. Sintomatología encontrada en plantas de diferentes tipos de chile bajo condiciones naturales en el área de Poanas, Durango.

Nombre	Tipo	Consumo	Síntomas detectados
Magno	Jalapeño	Fresco	Variegado ligero y enanismo
Cervantes	Ancho	Secado	Variegado
Mariscal	Ancho	Fresco	Variegado y enanismo
Mosquetero	Ancho	Fresco	Variegado
Criollo	Ancho	Secado	Variegado y defoliación
Del Río	Mirasol	Secado	Variegado y deformación foliar
Cardenal	Mirasol	Secado	Variegado y deformación foliar
Criollo	Mirasol	Secado	Deformación foliar
Criollo R	Mirasol	Secado	Variegado
M110	Serrano	Fresco	Variegado y enanismo

El efecto de la infección viral y/o bacteriana sobre características del fruto se describe a continuación:

Peso de frutos

El peso promedio de frutos obtenidos de plantas aparentemente sanas resultó mayor que el de las enfermas del jalapeño Magno; un fenómeno parecido también se observó en Del Río, Cervantes, Criollo Ancho, Criollo Mirasol y Criollo R Mirasol. Por otro lado, no se detectó diferencia en el peso promedio de frutos proveniente de plantas sanas y enfermas de Mariscal, Mosquetero, Cardenal y M 110 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Peso de frutos de plantas de diferentes tipos de chile con síntomas de infección por virus y bacterias.

	Peso de frutos (g)			
Variedad	Sanos	DE[1]	Enfermos	DE
Magno	50.7	3.44	18.9	8.5
Cervantes	99.6	25.1	66.4	5.9

Mariscal	73.9	31.3	35.0	13.8
Mosquetero	59.9	23.9	43.1	15.9
Criollo Ancho	98.0	30.6	45.1	15.6
Del Río	88.7	18.7	17.0	11.5
Cardenal	51.7	10.5	43.5	3.1
Criollo Mirasol	136.8	9.6	10.7	1.8
Criollo R Mirasol	28.9	12.1	8.1	3.7
M 110	12.2	3.8	6.8	1.9

[1] Desviación estándar

Longitud total de frutos

La longitud total (incluyendo el pedúnculo) promedio de los frutos provenientes de plantas aparentemente sanas fue superior a la de los colectados en plantas enfermas en las variedades Magno, Mariscal, Criollo Ancho, Del Río, Cardenal, Criollo Mirasol y Criollo R Mirasol. Por el contrario, no se detectaron diferencias entre ambos tipos de frutos en Cervantes, Mosquetero y M 110 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Longitud total de frutos de plantas de diferentes tipos de chile con síntomas de infección por virus y bacterias.

	Longitud total de frutos (g)			
Variedad	Sanos	DE[1]	Enfermos	DE
Magno	11.5	1.0	8.7	1.0
Cervantes	17.5	3.0	11	3.5
Mariscal	14.9	3.1	9.2	1.9
Mosquetero	16.3	1.6	15.1	1.1
Criollo Ancho	17.3	1.5	11.5	3.5
Del Río	23.5	2.4	13.0	1.0
Cardenal	23.9	1.6	18.2	1.1
Criollo Mirasol	21.0	0.9	10.9	1.4
Criollo R Mirasol	17.9	2.3	10.1|	1.9
M 110	9.8	2.1	6.8	1.6

[1] Desviación estándar

Longitud de fruto

La longitud promedio del fruto (sin incluir el pedúnculo) resultó superior en Magno, Mariscal, Criollo Ancho, Del Río, Cardenal, Criollo Mirasol y Criollo R Mirasol. No se detectaron diferencias entre ambos tipos de frutos de Cervantes, Mosquetero y M – 110 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Longitud de frutos de plantas de diferentes tipos de chile con síntomas de infección por virus y bacterias.

	Longitud de frutos (g)			
Variedad	Sanos	DE[1]	Enfermos	DE
Magno	9.3	0.6	5.5	1.3
Cervantes	12.9	2.6	9.5	2.1
Mariscal	11.1	1.6	7.4	1.9
Mosquetero	11.0	1.6	10.2	0.8
Criollo Ancho	13.5	0.5	6.8	2.4
Del Río	18.7	0.9	11.0	1.0
Cardenal	19.0	1.5	15.2	1.1
Criollo Mirasol	16.3	0.8	7.1	1.4
Criollo R Mirasol	12.1	2.1	6.3	1.7
M 110	7.4	1.5	5.1	0.6

[1] Desviación estándar

Ancho del fruto

En los frutos de Magno, Cervantes, Mariscal, Mosquetero, Del Río, Cardenal, Criollo R Mirasol y M 110 no se detectaron diferencias en los valores promedio de ancho del fruto; solamente se observaron diferencias en el ancho de ambos tipos de frutos en Criollo Mirasol y Criollo Ancho (Cuadro 5).

Cuadro 5. Ancho de frutos de plantas de diferentes tipos de chile con síntomas de infección por virus y bacterias.

	Ancho de frutos (g)			
Variedad	Sanos	DE[1]	Enfermos	DE
Magno	3.6	0.2	2.9	0.5
Cervantes	6.4	0.6	5.7	0.8
Mariscal	6.2	0.7	5.0	0.7
Mosquetero	5.5	0.9	5.1	0.8
Criollo Ancho	6.6	0.9	5.2	0.3
Del Río	4.1	0.5	2.9	1.0
Cardenal	3.4	0.3	3.7	0.2
Criollo Mirasol	7.5	0.2	2.8	0.1
Criollo R Mirasol	3.8	0.2	3.5	0.2
M 110	1.8	0.3	1.6	0.1

[1] Desviación estándar

Peso de semillas

El peso promedio de las semillas de frutos colectados en plantas aparentemente sanas y enfermas fue similar en Magno, Cervantes, Mariscal, Mosquetero, Criollo Ancho, Cardenal,

Criollo R Mirasol y M 110. Por otro lado, el peso de semillas fue mayor solamente en los frutos provenientes de Criollo Mirasol (Cuadro 6).

Cuadro 6. Peso de semillas provenientes de frutos de plantas de diferentes tipos de chile con síntomas de infección por virus y bacterias.

	Peso de semilla (g)			
Variedad	Sanos	DE[1]	Enfermos	DE
Magno	1.2	0.1	0.9	0.2
Cervantes	1.7	0.8	1.9	0.1
Mariscal	1.9	1.4	0.6	0.8
Mosquetero	0.8	0.1	0.8	0.3
Criollo Ancho	1.7	0.6	1.1	0.6
Del Río	2.0	0.4	0.9	0.6
Cardenal	2.5	0.4	1.9	0.3
Criollo Mirasol	2.7	0.6	0.9	0.4
Criollo R Mirasol	2.1	1.1	2.3	0.1
M 110	0.5	0.4	0.4	0.2

[1] Desviación estándar

Peso de 20 semillas

El peso promedio de 20 semillas fue mayor en frutos colectados en plantas aparentemente sanas en los casos de Magno y Criollo Ancho; en el resto de los frutos no se detectó diferencia entre el peso de 20 semillas de ambos tipos de frutos (Cuadro 7.)

Cuadro 7. Peso de 20 semillas provenientes de frutos de plantas de diferentes tipos de chile con síntomas de infección por virus y bacterias.

	Peso de 20 semillas (g)			
Variedad	Sanos	DE[1]	Enfermos	DE
Magno	0.16	0.01	0.13	0.01
Cervantes	0.15	0.06	0.18	0.004
Mariscal	0.18	0.08	0.14	0.03
Mosquetero	0.08	0.05	0.08	0.04
Criollo Ancho	0.19	0.004	0.1	0.03
Del Río	0.15	0.01	0.14	0.02
Cardenal	0.17	0.01	0.17	0.004
Criollo Mirasol	0.21	0.01	0.22	0.02
Criollo R Mirasol	0.16	0.04	0.19	0.01
M 110	0.08	0.05	0.11	0.03

[1] Desviación estándar

Munyaneza *et al.* (2009) reportaron inicialmente los síntomas foliares (desarrollo apical de color verde pálido, entrenudos cortos y enanismo) provocados por la infección de CLso en plantas de chile tipo Bell en Sinaloa, México, sin embargo no se menciona el posible daño o efecto sobre el

desarrollo de frutos y semillas. Un reporte similar ubica a esta bacteria infectando plantas de chile en Honduras (Munyaneza *et al.*, 2014) sin mencionar síntomas diferentes a los mencionados previamente o efecto sobre los frutos de las plantas infectadas.

Aunque se ha reportado en España la presencia de CLso en semilla de zanahoria y su movimiento de la semilla a las plántulas (Bertolini *et al.*, 2015); sin embargo no se mencionan las principales características físicas o biológicas de la semilla de zanahoria infectada por la bacteria. En el presente trabajo destacan algunas variedades como M 110 (Serrano) donde no se encontró diferencia entre frutos provenientes de plantas aparentemente sanas y enfermas en la mayoría de las características evaluadas. Es notable también el Criollo R Mirasol colectado en una parcela severamente dañada; con excepción del peso de 20 semillas, el resto de las variables fue superior en los frutos provenientes de plantas aparentemente sanas.

Algunas características del fruto y de la semilla de algunas variedades de chile fueron afectadas por la infección de CLso, sin embargo, es necesario e importante determinar si la bacteria puede albergarse en la semilla y sobrevivir al proceso de germinación para posteriormente invadir la plántula y jugar un papel en el siguiente ciclo de cultivo.

CONCLUSIONES

Los frutos provenientes de plantas con sintomatología como variegado, deformación foliar y enanismo mostraron características inferiores a los colectados en plantas aparentemente sanas, sin embargo se requiere documentar la transmisión de CLso bajo condiciones de Durango.

BIBLIOGRAFÍA

Bertolini, E., Teresani, G.R., Loiseau, M., Tanaka, F.A.O., Barbé, S., Martínez, C., Gentit, P., López, M.M., and Cambra, M. 2015. Transmission of "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" in carrots seeds. Plant Pathology 64:276-285.

Camacho-Tapia, M., Rojas-Martínez, R.I., Zavaleta-Mejía, E., Hernández-Deheza, M.G., Carrillo-Salazar, J.A., Rebollar-Alviter, A., and Ochoa-Martínez, D.L. 2011. Aetiology of chili pepper variegation from Yurecuaro, México. Journal of Plant Pathology 93:331-335.

Munyaneza, J.E., Sengoda, V.G., Crosslin, J.M., Garzón-Tiznado, J.A., and Cardenas-Valenzuela, O.G. 2009. First report of "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" in pepper plants in México. Plant Disease 93:1076.

Munyaneza, J.E., Sengoda, V.G., Aguilar, E., Bextine, B., and McCue, K.F. 2014. First report of "*Candidatus* Liberibacter solanacearum" on pepper in Honduras. Plant Disease 98:154.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Mena-Covarrubias, J., Salas-Muñoz, S. y Mauricio-Castillo, J.A. 2014. Outbreak of Candidatus Liberibacter solanacearum in dried chile pepper in Durango, Mexico. Agrofaz 3:87-92.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R. y Mena-Covarrubias, J. 2015. Presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en chile para secado en Durango, México. Folleto Técnico Núm. 68. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. ISBN: 978-607-37-0496-0. 32 p.

CONTENIDO DE AZÚCARES EN TALLO Y CRECIMIENTO DEL SORGO DULCE ASOCIADO CON TRES LEGUMINOSAS FORRAJERAS

Luis Eduardo Arias Chávez[1]*, Jorge Humberto Villarreal Rodas[1], Juan Francisco Pérez Domínguez[1], Primitivo Díaz Mederos[1]

[1] INIFAP, C.E. Centro-Altos de Jalisco, Av. Biodiversidad # 2470, CP 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. * arias.luiseduardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El sorgo dulce tiene rápido crecimiento y alta producción de biomasa, es cultivado para múltiples propósitos tales como fuente de alimento para humanos, ganado, biocombustible y tiene buen potencial de tolerancia a condiciones ambientales adversas, como sequía y fluctuación de temperatura (Montes *et al.,* 2017). Para hacer el mejor uso de los recursos disponibles, como la tierra, la luz y la nutrición se recomienda hacer la siembra de sorgo asociada con otra especie, para incrementar la cosecha de dos o más cultivos de forma simultánea o escalonada en el mismo terreno (Mpairwe *et al.,* 2002; Azraf *et al.,* 2006; y Catherine *et al.,* 2007). Algunos reportes señalan que la competencia interespecífica en cultivos asociados puede afectar el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de cada cultivo debido a las diferencias en las especies, al microclima y al posible sombreado ocasionado por la asociación de los cultivos (Rana *et al.,* 2001; Rashid y Hamayatullah, 2003). Por otro lado, las grandes diferencias en el desarrollo fenológico y la tasa de crecimiento de sorgo dulce y leguminosas pueden demandar ajustes en las prácticas agronómicas, como cambiar el patrón de siembra y el tiempo de siembra, para desarrollar un patrón de cultivos asociados compatibles y productivos (Muhammad y Ranamukhaarachchi. 2012). El sorgo dulce se puede cultivar asociados con leguminosas para aumentar el rendimiento de cultivo por unidad de superficie. Sin embargo, se conoce poca información sobre la influencia de las leguminosas en el rendimiento de la asociación sorgo-leguminosas en términos de crecimiento y rendimiento de forraje.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el contenido de azúcares en tallo y el crecimiento del sorgo dulce asociado con tres diferentes leguminosas forrajeras en la región sur de los Altos de Jalisco.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de estudio y condiciones del suelo

El experimento fue estableció en Rancho "El Capadero" propiedad del Ing. Genero Santoscoy en Acatic, Jalisco, ubicado a 20° 47‟ 27.22"‟ Latitud N y 102° 51‟ 52.8"‟ Longitud O y una altitud de 1706 msnm en Acatic, Jalisco. El tipo de suelo es franco arcilloso con pH moderadamente ácido de 6.27.

Manejo experimental

El terreno se preparó con un subsuelo a una profundidad de 30 cm. Se dieron tres pasos de rastra cruzados para lograr una buena cama de siembra. La unidad experimental fue de 4 surcos de 3 m de largo y 0.76 m entre surcos, la parcela útil fue los dos surco centrales. Se utilizó el híbrido de sorgo dulce SE-19, asociado con tres leguminosas diferentes (Mucuna *Mucuna pruriens*, Clitoria *Clitoria ternatea* y Frijol alteño *Phaseolus vulgaris*).

El sorgo fue sembrado el 13 de junio del 2016 a una densidad de población de 90 mil plantas por hectárea, la semilla se depositó de 2 a 3 centímetros de profundidad. Las leguminosas fueron sembradas en todos los surco de sorgo, depositando 3 semillas cada 60 cm lineales. Después de la primera cosecha del sorgo se establecieron nuevamente las leguminosas. La semilla de las leguminosas fueron inoculadas justo antes de la siembra con *Mesorhizobium spp*. para favorecer la fijación biológica de nitrógeno al suelo.

Durante el ciclo del cultivo con dos cosechas (siembra y soca) se registraron la precipitación pluvial y la temperatura diaria (mínima y máxima) en la estación agroclimática "Presa La Red". Después de finalizar la época de lluvias, al cultivo de sorgo asociado con leguminosas se le aplicaron tres riegos de auxilio para mantenerlo sin estrés hídrico.

La dosis de fertilización utilizada fue de 238-120-120 N-P-K, el 40% de N y todo el fósforo y potasio a la siembra. El resto de nitrógeno se aplicó en dos aplicaciones: a los 40 días post-germinación y en la soca a los 40 días después del primer corte.

El control de malezas y la escarda de surcos en las parcelas experimentales fueron realizadas manualmente. Para el control de plagas de suelo se aplicó a la siembra clorpirifos 5% G en dosis de 20 kg/ha. El control de plagas de follaje se realizó en tres ocasiones con Clorpirifos etil 44.5% para la mosquita midge y gusano cogollero a una dosis de 0.75 L/ha. Para controlar el pulgón amarillo se realizó una aplicación de imidacloprid a dosis de 105 g.i.a/ha.

Variables registradas

La cosecha del forraje (sorgo + leguminosa) se realizó en dos ocasiones (siembra y soca) cuando el grano del sorgo se encontraba en estado lechoso-masoso. En ambas cosechas, las plantas de la asociación sorgo + leguminosas de los dos surcos centrales fueron cortadas a una

altura de 10 cm del suelo. Las variables evaluadas en campo en cada cosecha fueron: días a floración, días a cosecha, altura de planta, número de tallo cosechados y grados Brix determinado en el entrenudo central del tallo.

Diseño experimental

Se utilizó el híbrido de sorgo dulce (SE-19) con una combinación factorial de 3 x 2, asociado con tres leguminosas forrajeras (Mucuna, Clitoria y Frijol alteño), dos fechas de siembra de las leguminosas (simultáneamente en la siembra del sorgo y diez días posterior a la fecha de siembra del sorgo) y sorgo en monocultivo como testigo. Fueron probados bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Análisis estadístico

El análisis de varianza se realizó por separado para cada cosecha, tomando en cuenta el diseño empleado. El procedimiento de diferencia mínima significativa (dms, $p<0.05$) fue usado para la comparación de las medias e interacciones. En todos los análisis se utilizó el paquete estadístico del SAS (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se presenta la temperatura máxima y mínima, además de la precipitación pluvial registrada durante el ciclo del cultivo de sorgo asociado con leguminosas. Las variables climáticas fueron registradas de la estación agroclimática “Presa La Red”, siendo ésta la más cercana a la parcela de estudio.

La fecha de la siembra del cultivo fue el 13 de junio y la cosecha del segundo corte fue el 23 de diciembre del 2016, es decir, el ciclo con dos cosechas fue de 195 días. Durante el ciclo del cultivo la temperatura promedio máxima y mínima fue del 27.3 y 13.4°C, respectivamente. Nótese que la temperatura mínima de la última semana de octubre a la fecha de la segunda cosecha tuvo promedio de 9.3°C con picos de temperatura mínima de 5.0 y 6.5 °C (Figura 1), estas bajas temperaturas ocasionaron ligeros daños en las hojas del sorgo.

Por otra parte, la precipitación pluvial acumulada durante el ciclo del cultivo (195 días) fue de 869 mm. Del periodo de la siembra al primer corte (13 de junio a 25 de septiembre, 106 días) la precipitación acumulada fue de 731 mm, en este mismo periodo durante los primeros 12 días de Julio se acumularon 242 mm, en el cual hubo tres eventos con promedio de 60 mm, lo que ocasionó encharcamientos prolongados y en consecuencia muerte de plantas de sorgo y leguminosas por ahogamiento en algunas parcelas experimentales, esto es atribuido a su

sensibilidad a la alta lámina de agua como resultado de la alta frecuencia e intensidad de la lluvia (Promkhambut *et al*., 2010). Para el periodo de la segunda cosecha (del 26 de septiembre al 23 de diciembre, 89 días) se registraron solamente 138 mm, para este último periodo se aplicaron tres riegos rodados de auxilio (Figura 1).

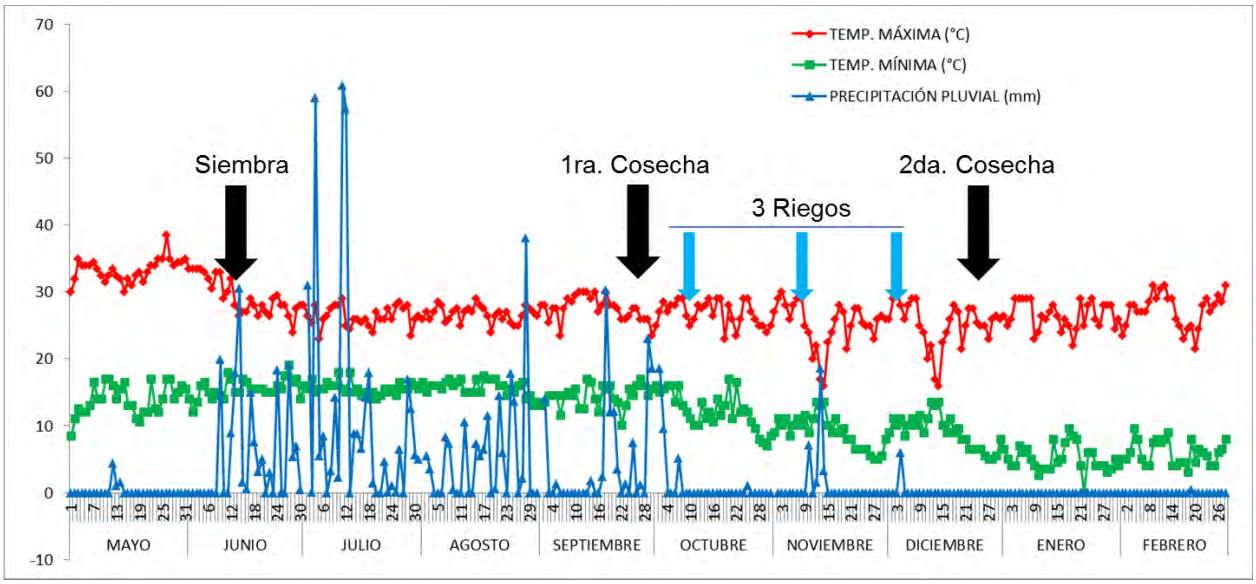


Figura 1. Temperatura (máxima y mínima) y precipitación pluvial durante el ciclo del cultivo de sorgo asociado con leguminosas en Acatic, Jalisco 2016.

Los días a germinación del sorgo con media de 11.4 días, no fue afectada (P> 0.05) por efecto del tipo de leguminosas asociada ni por el tiempo de siembra de la leguminosa (simultanea *vs* 10 días después al sorgo, Cuadro 1). En la primera cosecha, no hubo diferencias significativas (P>0.05) por efecto del tipo de leguminosa asociada ni por el tiempo de siembra de la leguminosa (siembra simultanea *vs* 10 días después al sorgo) para altura de planta, días a floración, días a cosecha, número de tallos y °Brix del sorgo con promedio de 338 cm, 65.4 días, 91.4 días, 79,464 tallos por hectárea y 5.95 °Brix, respectivamente. En la segunda cosecha, no se encontraron diferencias significativas (P>0.05) por efecto del tipo de leguminosa asociada ni por el tiempo de siembra de la leguminosa (siembra simultanea *vs* 10 días después al sorgo) para los días a floración, días a cosecha, número de tallos y °Brix del sorgo con medias de 207 cm, 77 días, 91 días, 143,402 tallos por hectárea y 12.8 °Brix, respectivamente. Los grados Brix obtenidos en la primera (5.95 °Brix) y segunda cosecha (12.85 °Brix) son inferiores a los reportados por Montes *et al.* (2017) en sorgo dulce RB-Exp01 (16.3 a 18.6 °Brix) y similares a los de segunda cosecha a los reportados por Montes *et al.* (2017) con RB Cañero (11.5°Brix).

En el caso de la altura de planta de sorgo en la segunda cosecha (soca) fue mayor (P< 0.05) para la siembra simultanea (215 cm) que en la siembra a los 10 días después al sorgo (199 cm). No se realizaron comparaciones estadísticas entre la primera y la segunda cosecha. Nótese que la altura de planta de sorgo fue mayor en la primera cosecha (338 cm) que en la segunda (207 cm), con tasa de crecimiento de 3.69 cm/día y 2.27 cm/día, respectivamente; estudios realizados por Garcia-Berber *et al.,* (2016) bajo condiciones de riego en Tecomán Colima, reportaron mayor altura de planta (5.18 m) y tasa de crecimiento (6.4 cm/día) para el sorgo SE-19. Los días a floración, número de tallos, y grados Brix fueron mayores en la segunda cosecha en relación a la primera (77 *vs* 65 días, 143 mil *vs* 79 mil tallos por ha y 12.8 *vs* 5.9 °Brix, respectivamente, Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de tipo de asociación y tiempo de siembra de las leguminosas sobre los días a germinación, altura de planta, días a floración, días a cosecha, número de tallos y grados Brix en sorgo dulce (SE-19) en dos cosechas en 2016.

Tratamientos	PRIMERA COSECHA (SIEMBRA)						SEGUNDA COSECHA (SOCA)				
	DG (Días)	ALT (cm)	DF (Días)	DC (Días)	NT (Tallos/ha)	°Brix	ALT (cm)	DF (Días)	DC (Días)	NT (Tallos/ha)	°Brix
Sorgo	10.6	337	66.0	91	88,194	6.43	198	81	95	138,194	11.5
Sorgo + Mucuna	11.3	333	65.5	91	80,902	5.86	207	78	92	152,778	12.9
Sorgo + Frijol	12.0	341	65.0	92	68,750	5.18	200	75	89	114,583	12.3
Sorgo + Clitoria	11.3	340	65.5	91	84,375	6.56	214	78	92	162,847	13.5
dms (P<0.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Tiempo de siembra de las leguminosas											
Simultánea al sorgo	11.5	341	65.3	91.5	85,416	5.81	215	77	91	150,231	12.9
10 días después al sorgo	11.5	335	65.3	91.5	70,601	5.93	199	77	91	136,574	12.8
dms (P<0.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	15.8	ns	ns	ns	ns
Media	**11.4**	**338**	**65.4**	**91.4**	**79,464**	**5.95**	**207**	**77**	**91**	**143,402**	**12.82**
CV (%)	**13.2**	**5.1**	**1.7**	**1.6**	**28.4**	**31.5**	**7.42**	**8.21**	**7.3**	**31.41**	**17.94**

DG Días a germinación de sorgo; **ALT** Altura del sorgo; **DF** días a floración del sorgo; **DC** Días a cosecha de sorgo-leguminosas; **NT** Número de tallos de sorgo.

Los días a cosecha fue de 91 días en ambas cosechas, en el caso de la segunda cosecha fue realizada el día 23 de diciembre del 2016 en estado de grano lechoso ya que durante este mes se registraron temperaturas bajas (5.0 a 6.5°C, Figura 1) lo que ocasionó daños en hojas de las

plantas de sorgo por efecto de las bajas temperaturas lo cual propició a realizar la cosecha inmediata.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones del presente estudio, se concluye que el contenido de azúcares en tallo y el crecimiento de sorgo dulce en ambas cosechas no fueron afectados por el tipo de leguminosa asociada, pero sí por el tiempo de siembra de las leguminosas en la segunda cosecha.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al productor cooperante el Ing. Genaro Santoscoy Padilla por las facilidades brindadas para el desarrollo del presente estudio. Los autores agradecen también a la SAGARPA por ser la fuente financiera del presente proyecto 4-1.6-12182133989-A-M.2-3 Generación, validación y transferencia de tecnología de producción de sorgo dulce para obtención de bioenergéticos, uso en alimentación de ganado y su impacto en la conservación y mejoramiento de suelo en México.

BIBLIOGRAFÍA

Azraf H, Riaz A, Mahmood AN, Nazir MS (2006) Competitive performance of associated forage crops grown in different forage sorghum-legume intercropping systems. Pakistan J of Agric Sci 43:1-2.

Catherine B, Moghtader J, Quintero E, Zakem E, Chappell, Vázquez AMJ, Samulon A, Perfecto I (2007) Organic agriculture and the global food supply. Cambridge University Press. Renewable Agriculture and Food Systems 22:86-108.

García-Berber A; Ramírez-Valencia FJ; Santoscoy-Padilla A. 2016. SÚPER SORGO: El sorgo dulce como una alternativa rentable para algunas regiones del trópico mexicano" INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Tecomán. Folleto técnico No 15. Tecomán, Colima. México 37 p.

Montes García Noé, Martín Espinosa Ramírez, Ma. Eugenia Cisneros López, Flor Elena Ortiz Chaírez, Ericka Ramírez Rodríguez y Sergio Uribe Gómez. 2017. Producción de biomasa y azúcares de sorgo dulce [Sorghum bicolor (L.) Moench] para la obtención de bioetanol en Tamaulipas. Folleto Técnico Núm. MX-0-310305-45-03-13-09-66, INIFAP. Campo Experimental Rio Bravo. 45p

Mpairwe DR, Sabiiti EN, Ummuna NN, Tegegne A, Osuji P (2002) Effect of intercropping cereal crops with forage legumes and source of nutrients on cereal grain yield and fodder dry matter yields. African Crop Sci J 10:81-97.

Muhammad Arshad and S.L. Ranamukhaarachchi. 2012. Effects of legume type, planting pattern and time of establishment on growth and yield of sweet sorghum-legume intercropping. AJCS 6(8):1265-1274.

Promkhambut A, Younger A, Polthanee A, Akkasaeng C (2010) Morphological and Physiological Responses of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) to Waterlogging. Asian Journal of Plant Sci. 9, 4:183-193.

Rana RS, Singh B, Nagi SC, Singh B (2001) Management of maize/legume intercropping under mid-hill sub-humid conditions. Ind J Agric Res 35:100-103.

Rashid A, Himayatullah (2003) Effect of planting geometry and legumes intercropping system on the yield of sorghum. Asian J Plant Sci 2:361-364

SAS. User Guide. Statiscal Analysis System. Inc. Cary, NC. Version 9.1. 2002.

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE SORGO DULCE ASOCIADO CON LEGUMINOSAS EN LA REGIÓN SUR DE LOS ALTOS DE JALISCO

Luis Eduardo Arias Chávez[1]*, Jorge Humberto Villarreal Rodas[1], Juan Francisco Pérez Domínguez[1], Primitivo Díaz Mederos[1]

[1] INIFAP, C.E. Centro-Altos de Jalisco, Av. Biodiversidad # 2470, CP 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. * arias.luiseduardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El sorgo dulce es cultivado para múltiples propósitos tales como fuente de alimento para humanos, ganado y biocombustible y tiene buen potencial de tolerancia a condiciones ambientales adversas, tales como sequía y fluctuación de temperatura (Montes *et al.,* 2017). El mejor uso de los recursos disponibles, como la tierra, la luz y la nutrición se puede lograr con la siembra de sorgo asociado con otra especie, incrementando la cosecha de dos o más cultivos de forma simultánea en la misma superficie cultivada (Mpairwe *et al*., 2002; Azraf *et al*., 2006; y Catherine *et al.,* 2007). Algunos reportes señalan que la competencia interespecífica en cultivos asociados puede afectar el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de cada cultivo debido a las diferencias en las especies, al microclima y al posible sombreado ocasionado por la asociación de los cultivos (Rana *et al.,* 2001; Rashid y Hamayatullah, 2003). Por otro lado, las grandes diferencias en el desarrollo fenológico y la tasa de crecimiento de sorgo dulce y leguminosas pueden demandar ajustes en las prácticas agronómicas, como cambiar el patrón de siembra y el tiempo de siembra, para desarrollar un patrón de cultivos asociados compatibles y productivos (Muhammad y Ranamukhaarachchi. 2012). El sorgo dulce se puede cultivar asociado con leguminosas para aumentar el rendimiento de cultivo por unidad de superficie. Sin embargo, se dispone de poca información sobre la influencia de las leguminosas en el rendimiento de forraje de la asociación sorgo-leguminosas.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el rendimiento de forraje de la asociación de sorgo dulce con tres diferentes leguminosas forrajeras (Mucuna (*Mucuna pruriens*), Clitoria (*Clitoria ternatea*) y Frijol alteño (*Phaseolus vulgaris*) en la región sur de los Altos de Jalisco.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se estableció en Rancho “El Capadero” propiedad del Ing. Genaro Santoscoy Padilla en Acatic Jalisco, ubicado a 20° 47‟ 27.22‟‟ Latitud N y 102° 51‟ 52.8‟‟ Longitud O y una altitud de 1706 msnm en Acatic, Jalisco. El tipo de suelo es franco arcilloso con pH de 6.27.

El terreno se preparó con un paso de subsuelo y tres pasos de rastra cruzados. La unidad experimental fue de 4 surcos de 3 m de largo y 0.76 m entre surcos, la parcela útil fue los dos surco centrales. Se utilizó el híbrido de sorgo dulce SE-19, asociado con tres leguminosas diferentes (Mucuna, Clitoria y Frijol de guía alteño).

El sorgo fue sembrado el 13 de junio del 2016, depositando la semilla a una profundidad de 2 a 3 centímetros, a una densidad de población de 90 mil plantas por hectárea. Las leguminosas fueron sembradas en cada surco de sorgo, depositando 3 semillas cada 60 cm lineales. Después de la primera cosecha del sorgo se establecieron nuevamente las leguminosas. La semilla de las leguminosas fueron inoculadas antes de la siembra con *Mesorhizobium spp*. Para favorecer la fijación biológica de nitrógeno al suelo.

Durante el ciclo del cultivo con dos cosechas (siembra y soca) se registraron la precipitación pluvial y la temperatura diaria (mínima y máxima) en la estación agroclimática “Presa La Red”. Después de finalizar el temporal, al cultivo de sorgo asociado con leguminosas se le aplicaron tres riegos de auxilio para mantenerlo sin estrés hídrico.

La dosis de fertilización utilizada fue de 238-120-120 N-P-K, el 40% de N y todo el fósforo y potasio a la siembra. El resto de nitrógeno se aplicó en dos aplicaciones: a los 40 días post-germinación y en la soca a los 40 días después del primer corte.

El control de malezas y la escarda de surcos en las parcelas experimentales fueron realizadas manualmente. Para el control de plagas de suelo se aplicó a la siembra clorpirifos 5% G en dosis de 20 kg ha^{-1}. El control de plagas de follaje se realizó en tres ocasiones con Clorpirifos etil 44.5% para la mosquita midge y gusano cogollero a una dosis de 0.75 L ha^{-1}. Para controlar el pulgón amarillo se realizó una aplicación de imidacloprid a dosis de 105 g.i.a ha^{-1}.

La cosecha del forraje (sorgo + leguminosa) se realizó en dos ocasiones (siembra y soca) cuando el grano del sorgo se encontraba en estado lechoso-masoso. En ambas cosechas, las plantas de la asociación sorgo + leguminosas de los dos surcos centrales fueron cortadas a una altura de 10 cm del suelo, el forraje cosechado se pesó para determinar el rendimiento de biomasa verde en campo, posteriormente una muestra fue secada en estufa a 65 °C por 72 h para determinar el rendimiento de forraje en base seca.

Se utilizó el híbrido de sorgo dulce (SE-19) con una combinación factorial de 3 x 2, asociado con tres leguminosas forrajeras (Mucuna, Clitoria y Frijol alteño), dos fechas de siembra de las leguminosas (simultáneamente en la siembra del sorgo y diez días posterior a la fecha de siembra del sorgo) y sorgo en monocultivo como testigo. Fueron probados bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

El análisis de varianza se realizó por separado para cada cosecha, tomando en cuenta el diseño empleado. El procedimiento de diferencia mínima significativa (dms, $p<0.05$) fue usado para la comparación de las medias e interacciones. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico del SAS (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fecha de la siembra del cultivo fue el 13 de junio y la cosecha del segundo corte fue el 23 de diciembre del 2016, es decir, el ciclo con dos cosechas fue de 195 días. Durante el ciclo del cultivo la temperatura promedio máxima y mínima fue del 27.3 y 13.4°C, respectivamente. Por otra parte, la precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo (195 días) fue de 869 mm. De la siembra al primer corte (13 de junio a 25 de septiembre, 106 días) la precipitación acumulada fue de 731 mm, para el periodo de la segunda cosecha (del 26 de septiembre al 23 de diciembre, 89 días) se registraron solamente 138 mm, para este último periodo se aplicaron tres riegos rodados.

En la primer cosecha, el rendimiento de forraje en base húmeda (BH) y base seca (BS) de la asociación sorgo+leguminosas (S+L) y separado por especie, así también, el porcentaje de materia seca (MS) a la cosecha, no se encontró efecto ($P>0.05$) por el tipo de leguminosa asociada, ni por el tiempo de la siembra de las leguminosas (simultanea *vs* 10 días después al sorgo). Las medias de rendimiento de forraje de la asociación S+L fueron de 26,664 kg BH ha^{-1} y 8,573 kg BS ha^{-1}, mientras que las medias de producción de forraje por separado para sorgo (S) y leguminosas (L) fueron de 8,390 kg BS ha^{-1} y 295 kg BS ha^{-1}, respectivamente. El promedio porcentaje de MS a la cosecha del sorgo fue de 32 % y de las leguminosas fue de 22.6 % (Cuadro 1).

Para la segunda cosecha, el rendimiento de forraje en base húmeda (BH) y base seca (BS) de la asociación S+L y para sorgo, así también, el porcentaje MS a la cosecha, no se observó efecto ($P>0.05$) por el tipo de leguminosa asociada, ni por el tiempo de la siembra de las leguminosas (simultanea *vs* 10 días después al sorgo). Las medias de producción de forraje de la asociación S+L fueron de 15,108 kg BH ha^{-1} y 4,483 kg BS ha^{-1}, mientras que las medias de producción de forraje por separado para sorgo (S) fue de 4,394 kg BS ha^{-1} y para leguminosas (L) de 124 kg BS ha^{-1}. El promedio porcentaje de MS a la cosecha del sorgo fue de 29.9 % y de las leguminosas fue de 22.7 % (Cuadro 1). Para el rendimiento de forraje de leguminosas en la segunda cosecha hubo efecto por el tipo de leguminosas asociada al sorgo, siendo mayor

(P<0.05) el rendimiento de forraje para frijol (197 kg MS ha^{-1}) que la Clitoria (19.5 kg BS ha^{-1}) y estadísticamente similar a la Mucuna (90 kg BS ha^{-1}) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de tipo de asociación y tiempo de siembra de las leguminosas sobre el rendimiento de forraje de sorgo dulce (SE-19) en dos cosechas en Acatic, Jalisco 2016.

Tratamientos	PRIMERA COSECHA (SIEMBRA)						SEGUNDA COSECHA (SOCA)					
	Rendimiento de forraje (kg ha^{-1})				MS	MS	Rendimiento de forraje (kg ha^{-1})				MS	MS
	S + L (BH)	S + L (BS)	S (BS)	L (BS)	S (%)	L (%)	S + L (BH)	S + L (BS)	S (BS)	L (BS)	S (%)	L (%)
Sorgo	30,069	9,588	9,588	-	31.3	-	12,181	3,514	3,514	-	28.1	-
Sorgo + Mucuna	26,944	8,692	8,320	371	33.2	21.8	15,181	4,463	4,397	90	29.9	23.2
Sorgo + Frijol	25,027	7,974	7,730	244	32.5	23.2	13,417	3,914	3,718	197	30.1	21.4
Sorgo + Clitoria	26,319	8,544	8,520	147	31.9	23.5	16,729	5,075	5,068	19.5	29.8	24.7
dms (P<0.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	149	ns	ns
Tiempo de siembra de las leguminosas												
Simultánea al sorgo	27,736	8,814	8,602	318	32.0	24.3	16,500	4,746	4,672	96	29.0	22.9
10 días después al sorgo	24,458	7,993	7,778	275	33.1	21.1	13,718	4,221	4,116	157	30.8	22.6
dms (P<0.05)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Media	**26,664**	**8,573**	**8,390**	**295**	**32.4**	**22.6**	**15,108**	**4,483**	**4,394**	**124**	**29.9**	**22.7**

BH= en base húmeda; **BS** = en base seca; **MS** = materia seca; **S + L**= Sorgo + leguminosa; **S** = Sorgo; **L**= Leguminosa.

El rendimiento de forraje en base húmeda del sorgo asociado con leguminosas de los dos cortes del presente estudio (41.7 t ha^{-1}) es inferior al rendimiento de dos corte (235 t ha^{-1}) reportado por García-Berber *et al*. (2016) con el mismo hibrido de sorgo (SE-19) en condiciones de riego en Tecomán, Colima y a los reportados por Montes *et al.* (2017) con 76 t ha^{-1} con sorgo RB Cañero en condiciones de Rio Bravo, Tamaulipas; el rendimiento fue similar a los reportados por Álvarez y Montes (2017) en el Sur de Jalisco con 54.8 t ha^{-1} con RB Cañero y 52.0 t ha^{-1} con RB Candy (Exp-2).

El rendimiento de forraje en base seca del sorgo asociado con leguminosas de la suma de los dos cortes del presente estudio (13.0 t ha^{-1}) es inferior al rendimiento promedio de 16.3 t ha^{-1}, con rango de 21.6 a 12.9 t ha^{-1} de la evaluación de 58 híbridos de maíz para forraje bajo condiciones de temporal en Acatic, Jalisco (Medina *et al.,* 2017).

En la segunda cosecha, se encontró efecto de interacción (P<0.05) del tipo de leguminosa y tiempo de siembra de las mismas sobre la producción de biomasa de las leguminosas. La

producción de biomasa de frijol alteño fue mayor (P<0.05) cuando fue sembrado 10 días después al sorgo (281 kg MS ha^{-1}) que cuando la siembra fue simultánea al sorgo (112 kg BS ha^{-1}), (Figura 1).

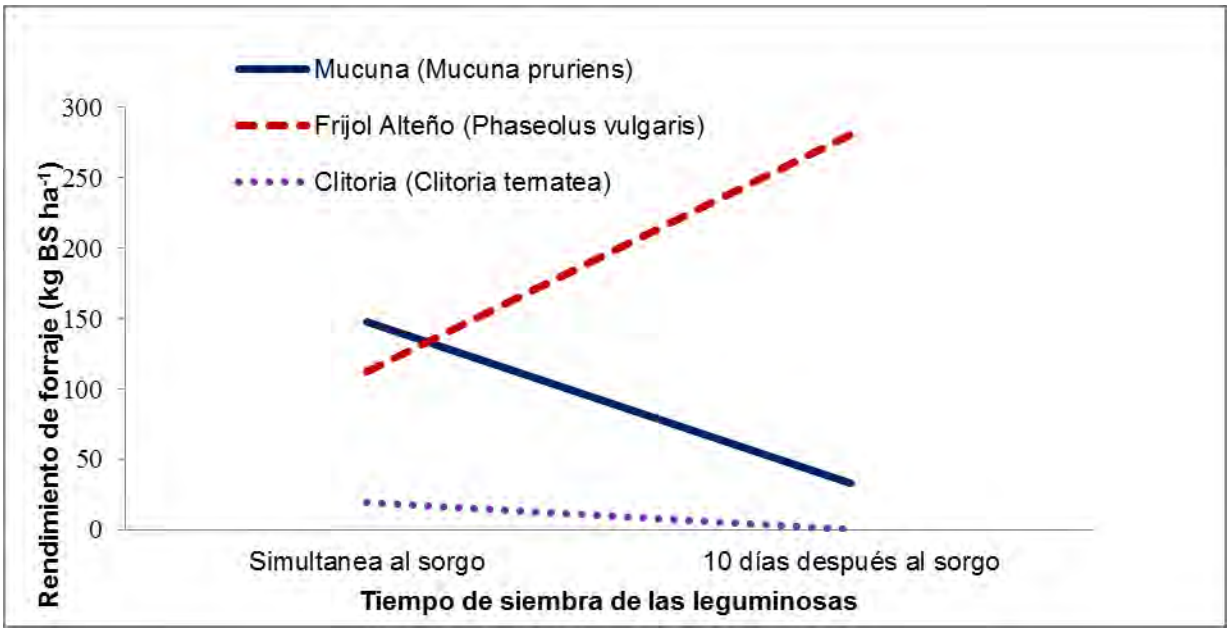


Figura 1. Interacción del efecto del tipo de leguminosa y tiempo de su siembra sobre el rendimiento de forraje de leguminosas (kg BS ha^{-1}) en la segunda cosecha (soca) en 2016.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones del presente estudio, se concluye que el rendimiento de forraje de sorgo dulce en las dos cosechas no fue afectada por el tipo de leguminosa asociada. La producción de forraje de Frijol fue mayor que la Mucuna y Clitoria en el segundo corte, mas no fueron diferentes en el primero.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al productor cooperante el Ing. Genaro Santoscoy Padilla por las facilidades brindadas para el desarrollo del presente estudio. Los autores agradecen también a la SAGARPA por ser la fuente financiera del proyecto 4-1.6-12182133989-A-M.2-3 Generación, validación y transferencia de tecnología de producción de sorgo dulce para obtención de bioenergéticos, uso en alimentación de ganado y su impacto en la conservación y mejoramiento de suelo en México.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez C.M. y N. Montes G. 2017. Tecnología de producción de sorgo dulce [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] como fuente para la obtención de bioetanol en el trópico subhúmedo del estado de Jalisco. Folleto Técnico Núm. 15. INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 24 p.

Azraf H, Riaz A, Mahmood AN, Nazir MS (2006) Competitive performance of associated forage crops grown in different forage sorghum-legume intercropping systems. Pakistan J of Agric Sci 43:1-2.

Catherine B, Moghtader J, Quintero E, Zakem E, Chappell, Vázquez AMJ, Samulon A, Perfecto I (2007) Organic agriculture and the global food supply. Cambridge University Press. Renewable Agriculture and Food Systems 22:86-108.

García-Berber A; Ramírez-Valencia FJ; Santoscoy-Padilla A. 2016. SÚPER SORGO: El sorgo dulce como una alternativa rentable para algunas regiones del trópico mexicano" INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Tecomán. Folleto técnico No 15. Tecomán, Colima. México 37 p.

Medina Ernesto, Gallardo Silviano, Gómez Laura, Loza Laura, Téllez Daniela, Iñiguez Ofelia, Peña Alfonso y Olmos Jesús. 2017. Evaluación 2017 de Híbridos de Maíz para Ensilaje en la Región Altos de Jalisco. Ciclo de conferencias. UdeG, UCCA, IDPAJ PROAN, San Juan de Los Lagos Jalisco.

Montes García Noé, Martín Espinosa Ramírez, Ma. Eugenia Cisneros López, Flor Elena Ortiz Chaírez, Ericka Ramírez Rodríguez y Sergio Uribe Gómez. 2017. Producción de biomasa y azúcares de sorgo dulce [Sorghum bicolor (L.) Moench] para la obtención de bioetanol en Tamaulipas. Folleto Técnico Núm. MX-0-310305-45-03-13-09-66, INIFAP. Campo Experimental Rio Bravo. 45p

Mpairwe DR, Sabiiti EN, Ummuna NN, Tegegne A, Osuji P (2002) Effect of intercropping cereal crops with forage legumes and source of nutrients on cereal grain yield and fodder dry matter yields. African Crop Sci J 10:81-97.

Muhammad Arshad and S.L. Ranamukhaarachchi. 2012. Effects of legume type, planting pattern and time of establishment on growth and yield of sweet sorghum-legume intercropping. AJCS 6(8):1265-1274.

Rana RS, Singh B, Nagi SC, Singh B (2001) Management of maize/legume intercropping under mid-hill sub-humid conditions. Ind J Agric Res 35:100-103.

Rashid A, Himayatullah (2003) Effect of planting geometry and legumes intercropping system on the yield of sorghum. Asian J Plant Sci 2:361-364

SAS. User Guide. Statiscal Analysis System. Inc. Cary, NC. Version 9.1. 2002.

PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO CON BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO

García-de la Paz N. C.[1], Gallegos-Robles M. A[1], Vázquez-Vázquez C[1]., García-Hernández J. L.[1]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango
Carretera Gómez Palacio - Tlahualilo, Dgo km 35 Ej. Venecia, Dgo. Mex. nerycecy@live.com.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*, L) es una de las gramíneas de mayor importancia a nivel mundial. Se emplea tanto en la alimentación humana, animal y como biocombustible. Como forraje, es un alimento excelente para los rumiantes debido al elevado contenido de energía que aporta el grano, a través del almidón.

En la Comarca Lagunera de México, la producción de leche de bovino es la principal actividad agropecuaria, y demanda una gran cantidad de forraje de calidad. El rendimiento promedio de forraje verde es de 49 ton ha^{-1}, teniendo un promedio de 17 ton ha^{-1} de materia seca (Cueto *et al*., 2006).

La agricultura convencional se enfrenta a la reducción de la producción o el aumento de los costos, o ambos. Una cantidad cada vez mayor de fertilizantes y pesticidas, así como los requerimientos energéticos para la siembra para airear los suelos y el aumento de los costos de riego son de suma preocupación. Si bien los métodos convencionales permitieron grandes aumentos en los rendimientos de los cultivos, los altos beneficios sólo inicialmente, no siendo considerados como el enfoque ideal para el futuro (Rocheli de Souza *et al.*, 2015).

Una alternativa sustentable para esta problemática es el uso de bacterias promotoras del crecimiento. Las bacterias que promueven el crecimiento de las plantas (BPC) son bacterias que pueden aumentar el crecimiento de las plantas y proteger a las plantas de las enfermedades y el estrés abióticos a través de una amplia variedad de mecanismos. Los inoculantes bacterianos pueden contribuir a aumentar la eficiencia agronómica reduciendo los costos de producción y la contaminación ambiental, una vez que el uso de fertilizantes químicos puede ser reducido o eliminado si los inoculantes son eficientes (Rajeshwar *et al*., 2014).

La dosis recomendada para el cultivo de maíz es de 180-90-00 (Jurado *et al*., 2014). Sin embargo, Tapia *et al.* en el 2014 nos mencionan que es posible reducir la cantidad de fertilizante químico nitrogenado a la mitad de lo recomendado, inoculando con BPC al momento

de la siembra. Con esta práctica se reducen significativamente los costos de producción y no se afectan los rendimientos del cultivo.

El objetivo del experimento fue evaluar el efecto de bacterias promotoras del crecimiento (BPC) en dos híbridos de maíz (*Zea mays*, L), mediante el rendimiento en peso verde, peso seco, proteína cruda y nitratos en savia, comparándolo con un testigo al que no se le aplicaron BPC.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango en el Ejido Venecia, Dgo.

Se inocularon semillas de dos híbridos de maíz (H1: Tiburón-Syngenta; H2: 9150W-ABT) con dos cepas de *Azospirillum* spp. y dos de *Bacillus* spp., los cuales se establecieron en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial: Factor A Tratamientos (9); Factor B Híbridos (2) y tres repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes:

T1- *Azospirillum* spp. 1

T2 - *Azospirillum* spp. 2

T3 - *Bacillus* spp. 1

T4 - *Bacillus* spp. 2

T5 - *Azospirillum* spp. 1 y *Bacillus* spp. 1

T6 - *Azospirillum* spp. 1 y *Bacillus* spp. 2

T7 - *Azospirillum* spp. 2 y *Bacillus* spp. 1

T8 - *Azospirillum* spp. 2 y *Bacillus* spp. 2

T9 - Testigo (fertilización química normal, sin inóculo)

La siembra se realizó el 31 de marzo del 2017 a una profundidad de 5 cm, con una distancia entre plantas de 15 cm y una distancia entre surcos de 75 cm.

Se efectuó también una fertilización química de UREA y MAP con dosis de 120-80-00 en la parcela testigo, al momento de la siembra se aplicó la mitad del nitrógeno y el resto al primer riego de auxilio. De igual manera, se realizó una aplicación de fertilizante a los tratamientos inoculados con BPC con la mitad de la dosis normalmente aplicada.

La cosecha se realizó el 9 de junio del 2017. Se tomaron valores de nitratos en savia, entre los primeros dos nudos basales de la planta previo a la cosecha, y se calcularon valores de proteína cruda en laboratorio mediante el método de Kjeldahl.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron los rendimientos del forraje en verde y base seca, al igual que los nitratos en la savia de la planta y proteína cruda. Se realizó un análisis de varianza, en el cual se demuestra que existe una diferencia significativa en cuanto a los rendimientos entre los tratamientos, y una diferencia altamente significativa en cuanto al contenido de nitratos entre los híbridos.

Cuadro 1. Análisis de varianza, donde FV es fuente de variación, RV (Rendimiento verde) y RS (Rendimiento Seco) están expresados en ton ha-^{1}, NS (nitratos en savia) en mg L-1 y PC (proteína cruda) en porcentaje.

FV	RV	RS	NS	PC
Repetición	6.97	3.97	413.6	0.51
Tratamiento	705.67*	28.52*	46.32	1.8
Híbrido	517.94	6.82	5974.5**	0.01
Trat*Híb	84.45	21.02	17.43	0.99
Error	307.16	15.34	85.39	1.12

En cuanto a la comparación de medias, hubo diferencias entre los tratamientos. Los mayores rendimientos, tanto en verde como en seco, estuvieron dados por los tratamientos 2 y 5.

Cuadro 2. Tabla de comparación de medias entre los tratamientos, donde RV (Rendimiento verde) y RS (Rendimiento Seco) están expresados en ton ha-^{1}, NS (nitratos en savia) en mg L-1 y PC (proteína cruda) en porcentaje.

TRATAMIENTO	RV	RS	NS	PC
T1- *Azospirillum* sp. 1	65.1 B	15.4 AB	2666.6 A	6.45 ABC
T2 - *Azospirillum* sp. 2	89.17 A	18.39 A	2966.6 A	7.35 AB
T3 - *Bacillus* sp. 1	61.27 B	14.23 AB	3500 A	6.3 BC
T4 - *Bacillus* sp. 2	66.34 B	15.02 AB	3016 A	6.21 BC
T5 - *Azospirillum* sp. 1 y *Bacillus* sp. 1	89.11 A	18.42 A	2966 A	6.77 ABC
T6 - *Azospirillum* sp. 1 y *Bacillus* sp. 2	74.04 AB	17.92 A	3366 A	6.45 ABC
T7 - *Azospirillum* sp. 2 y *Bacillus* sp. 1	59.72 B	11.97 B	2883 A	7.55 A
T8 - *Azospirillum* sp. 2 y *Bacillus* sp. 2	70.12 AB	16.95 A	2716 A	5.83 C
T9 - Testigo	72.49 AB	17.18 A	3183 A	6.42 ABC

Los híbridos tuvieron una diferencia altamente significativa en cuanto al contenido de nitratos en savia, lo cual se observa en el siguiente cuadro.

CUADRO 3. Tabla de comparación de medias entre los híbridos, donde RV (Rendimiento verde) y RS (Rendimiento Seco) están expresados en ton ha-^{1}, NS (nitratos en savia) en mg L-1 y PC (proteína cruda) en porcentaje.

HÍBRIDO	RV	RS	NS	PC
Tiburón (Syngenta)	68.83 A	16.52 A	4081.48 A	6.58 A
9150W (ABT)	75.03 A	15.81 A	1977.7 B	6.6 A

Faggioli *et al.* (2013) realizaron inoculación de maíz con cepas de *Azospirillum*. Sin embargo, no se encontró alguna diferencia estadística entre los rendimientos de los diferentes tratamientos.

Jarak *et al.* (2012) realizaron la inoculación de maíz con cepas de *Bacillus*, *Azotobacter* y *Pseudomonas* de manera individual y en combinaciones, encontrando diferencias significativas entre los tratamientos que consistieron en la cepa de manera individual que cuando se combina con otra bacteria: el rendimiento en peso seco se incrementa de manera significativa al usar combinaciones.

Cadahía (2002) menciona que el índice de nitratos de encuentra entre 1000-1200 ppm. Sin embargo, éste varía de acuerdo a los híbridos que se utilizan, ya que cada material genético tiene diferentes capacidades para absorber los nitratos del suelo.

Núñez *et.al.* (2009) mencionan que el porciento de proteína cruda para maíz forrajero debe estar en un rango de 8-9% para considerarse de buena calidad. Sin embargo, estos valores varían de acuerdo al híbrido o variedad de maíz que se esté utilizando.

CONCLUSIONES

Se observaron efectos positivos en la respuesta de la producción de forraje tanto en verde como seco a la aplicación de bacterias promotoras de crecimiento.

El comportamiento entre híbridos fue similar para producción de forraje y proteína cruda, excepto para nitratos en savia.

BIBLIOGRAFÍA

Cadahía López, Carlos. La savia como índice de fertilización. 2008. Cultivos agroenergéticos, hortícolas, frutales y ornamentales. Madrid. Ediciones Mundi-prensa. 256 p. ISBN 978-84-8476-356-7.

Cueto Wong José Antonio, Reta Sánchez David Guadalupe, Barrientos Ríos José Luis, González Cervantes Guillermo, Salazar Sosa Enrique. 2006. Rendimiento de maíz forrajero en respuesta a fertilización nitrogenada y densidad de población. Revista fitotecnia mexicana 29(2):97-101.

Faggioli Valeria S., Cazorla Cristian R., Vigna Andrés y Berti María F. 2013. Fertilizantes biológicos en maíz. Ensayo de inoculación con cepas de Azospirillum brasilense y Pseudomonas fluorescens. INTA EEA Marcos Juárez – Área Suelos y Producción Vegetal.

Jarak Mirjana, Mrkovački Nastasija, Bjelić Dragana, Jošić Dragana, Hajnal-Jafari Timea y Stamenov Dragana. 2012. Effects of plant growth promoting rhizobacteria on maize in greenhouse and field trial. African Journal of Microbiology Research Vol. 6(27), pp. 5683-5690. Disponible en http://www.academicjournals.org/AJMR DOI: 10.5897/AJMR12.759 ISSN 1996-0808 ©2012 Academic Journals

Jurado Guerra Pedro, Lara Macías Carlos René, Saucedo Terán Rubén Alfonso. 2014. Paquete Tecnológico para la Producción de Maíz Forrajero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Sitio experimental La Campana-Madera. Aldama, Chihuahua. Septiembre de 2014.

Núñez H. G., Díaz A. E., Espinosa G. J., Ortega R. L., Hernández A. L., Vera A. H., Román P. H., Medina C. M. y Ruíz L. F., (Eds). 2009. Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. Libro técnico Núm. 23. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, México. 373 p.

Rajeshwar Reddy T, Prasad VR, Vemaraju. 2014. PGPR- a potential tool for sustainable agriculture: a review. Journal of Science / Vol 4 / Issue 2 / 2014 / 117-122

Rocheli de Souza, Adriana Ambrosini and Luciane M.P. Passaglia. 2015. Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. Genetics and Molecular Biology, 38(4):401-419 DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S1415-475738420150053

Tapia Vargas Luis Mario, Larios Guzmán Antonio, Hernández Pérez Anselmo, Díaz Guerrero Tsiri, Muñoz Villalobos Jesús Arcadio. 2013. Fertilización orgánica y química del cultivo de maíz (Zea mayz) de temporal en Michoacán. AGROFAZ volumen 13 número 2 pp. 51-57.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CALIDAD EN SORGO Y MIJO EN CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA REGIÓN LAGUNERA EN CICLO DE VERANO-OTOÑO.

Antonio Anaya Salgado[1*], Arturo Reyes González[1], Damián Torres Hernández[1], Luis M. Isidro Requejo[1], Juan G. Martínez Rodríguez[1]

[1]INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna. *anaya.antonio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la Región Lagunera una de las principales actividades económicas es la producción de leche de bovino; para satisfacer los requerimientos alimenticios del sector pecuario, la producción de forrajes toma gran. Uno de los obstáculos con los que se encuentra es que la Región Lagunera es una zona árida con baja disponibilidad de agua que es un resultado de condiciones naturales, esto asociado a la incidencia frecuente de sequías (López *et al*. 1992). Sin embargo, la agricultura utiliza para la producción de alimentos el 76.6 % del agua disponible (FAO, 2007), generando la necesidad de un uso eficiente del recurso agua y con ello la búsqueda de una mayor productividad del recurso hídrico. La producción de forraje en esta zona debe ser bajo riego, no hay otra forma de llevarlo a cabo y ello trae una región con problemas de abatimiento de acuíferos como resultado de la sobreexplotación. Actualmente son pocos cultivos los que se producen para forraje (maíz, sorgo, cereales de invierno y alfalfa), cada uno de estos presentan características particulares en calidad y productividad del agua, por esta razón, se requiere evaluar distintas especies forrajeras caracterizando la capacidad de producción de materia seca, Calidad nutritiva y la adaptación a las condiciones ambientales de la región. El cultivo mijo se reconocen como especies resistentes a sequía, ya sea por mecanismos de escape o de tolerancia (Kramer 1980, Turner y Jones 1980, Tapia 1985). El porcentaje de materia seca digestible in vitro (MSDIV) en los mijos puede alcanzar el 69 %, mientras que en los sorgos forrajeros es de cerca del 66 % (Banks y Stewart 1998). Los mijos y sorgos forrajeros pueden producir de 18-25 t ha^{-1} de forraje seco por corte (Ruiz y Carrillo 2005, Núñez *et. al.* 2015). En el caso del sorgo forrajero se tiene la ventaja de alta productividad de materia seca por unidad de superficie (Anaya *et. al.* 2015), y resistencia a déficit de humedad en el suelo, eficiencia en el uso del agua y tolerancia a suelos salinos en comparación al maíz forrajero, Los sorgos con nervadura café tienen valores cercanos al 80 %, comparable con valores para maíz forrajero (McCollum y Bean 2003). Sin embargo, en Torreón, Coahuila, México, se encontró que, aunque el sorgo con nervadura café tenía mayor porcentaje de materia seca digestible que el sorgo normal, los rendimientos totales por hectárea de MSDIV eran mayores en este último (Núñez y Cantú-Brito 2000). El porcentaje de proteína cruda en sorgo se ha estimado en 5.2, contra 9.9

del mijo (Muir *et al*. 1999). Sin embargo, la desventaja principal del sorgo forrajero es que su calidad nutricional es menor en relación al maíz forrajero (Ouda, 2001). En la tolerancia a la sequía el sorgo destaca, con la característica de mitigar este efecto en la etapa vegetativa, pues puede recuperarse de sequías impuestas incluso en la etapa de diferenciación floral sin menoscabos en el rendimiento (Castro *et al*. 2000). Al comparar y caracterizando variables cuantificables en las especies forrajeras un de los principales indicadores de la bioproductividad de un ecosistema o cultivo es la producción primaria neta o el rendimiento total. Sin embargo, para una comprensión de los causales de tipo fisiológico que determinan la producción de materia seca debido a diferencias en variedades, cultivos o en manejo agronómico, se requiere aplicar el análisis del crecimiento (Beadle 1988). En los estudios sobre selección de especies o híbrido en relación a resistencia a sequía, todavía se presta mucha atención al rendimiento, pero sería recomendable la incorporación de variables fisiológicas (Castro *et al.* 2000). Algunas variables de tipo fisiológico empleadas como criterio de selección han sido la capacidad de ajuste osmótico, tolerancia a calor y capacidad de germinación a diferentes potenciales osmóticos. Sin embargo, bajo condiciones de riego de auxilio, donde los déficits hídricos no son extremos, podría ser más adecuado determinar qué variables fenológicas y de tipo fisiotécnico se asocian con los mayores rendimientos. La selección de variedades para forraje se basa en información de producción de materia seca por hectárea y variables de interés de calidad nutricional. En relación a la calidad nutricional, las evaluaciones consideran variables de composición química como proteína cruda, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro; así como digestibilidad de la fibra neutro detergente y el contenido de almidón, en adición a su valor de energía neta de lactancia. La digestibilidad de la fibra neutro detergente representa la fracción digestible de la fibra, es fuente de energía y contribuye a maximizar síntesis de proteína microbiana, consumo y producción de leche. El almidón es fuente de carbohidratos que aporta energía que disminuye problemas de acidosis ruminal, mejora eficiencia en el uso de energía consumida por el ganado y es fuente de glucosa para la síntesis de lactosa en la leche. La estimación del potencial de producción de leche por tonelada de materia seca y por hectárea se incluye, ya que actualmente se están incluyendo en evaluaciones de variedades para forraje y que nos da referencia a la producción de leche esperada. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de producción de forraje y calidad nutricional del cultivo de mijo y variedades de sorgo forrajero cultivados en el del ciclo de primavera en las condiciones agroclimáticas de la Región Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo de investigación se estableció en terrenos del Campo Experimental la Laguna en Matamoros, Coah., los suelos son de textura arcillosa, su contenido de materia orgánica es bajo, el pH es alcalino y no se tienen problemas de sales. Las variedades que se evaluaron fueron: HORSE (MIJO), M600, MBR 595 (sorgo de nervadura café), CENTURION y la variedad SILO MIEL (t1). La siembra se realizó el 11 de agosto del 2015 a tierra venida. La fertilización fue 297-80-00 unidades de nitrógeno, fósforo y potasio por ha, respectivamente. La densidad de siembra fue de 12 kg ha^{-1}. Los riegos de auxilio que se aplicaron fueron de la siguiente forma: se regó a los 24, 44, y 67 días después de la siembra dds. Para el control de gusano cogollero se aplicó clorpirifós etil granulado planta por planta. Adicionalmente, se realizó una aplicación de Imidacloprid con Betacyfluhtrin a una dosis de 100 ml ha^{-1} para el control de pulgón amarillo. La cosecha se efectúo cuando el grano estuvo en estado de lechoso-masoso a masoso en todos los casos. En muestras representativas, se determinó el porcentaje de materia seca en una estufa de aire forzado a temperatura de 60 ºC y se molieron empleando un molino Willey con una criba de 1 mm. Los análisis de calidad nutricional se llevaron a cabo en muestras representativas tomadas al azar en cada parcela. Se determinaron los porcentajes de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), digestibilidad de la fibra detergente neutro (DFDN), en un aparato de espectroscopia en el cercano infrarrojo previamente calibrado con análisis en el laboratorio. La energía neta de lactancia se determinó de acuerdo a la NRC (2001). El potencial de producción de leche por tonelada de materia seca y por hectárea se determinó empleando los Programas Milk 2006 y Milk 2013 desarrollados por la Universidad de Wisconsin. El trabajo experimental se estableció en parcelas experimentales. El experimento se estableció en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió de cuatro surcos separados 0.76 m entre líneas, un área de 18.3 m^2 y la parcela útil de los dos surcos centrales con 5 m de largo. Los análisis estadísticos se realizaron de acuerdo a los procedimientos descritos por Steel y Torrie (1980). La comparación de medias se efectuó mediante la prueba de la diferencia mínima significativa ($P<0.05$) a través del paquete estadístico SAS 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan las condiciones climáticas que se tuvieron durante el periodo de tiempo en que se desarrolló el cultivo en el ciclo de verano 2015. La temperatura media en el ciclo fue de 26.1 °C que se considera una temperatura adecuada para el desarrollo del sorgo forrajero. Sin embargo, el inicio del ciclo, las tempera se presentaron por arriba de los 35 °C que

afectaron el desarrollo inicial de los cultivos. Se presentaron cinco eventos apreciables en lámina de precipitación al igual que al menos el mismo número de eventos inapreciables; cada evento de precipitación además de proporcionar aguas en forma de lluvia al cultivo trae periodos de tiempo con nubes lo cual ayuda a mitigar el calor que en la región abona en el rango de temperaturas para el desarrollo de los forrajes de verano.

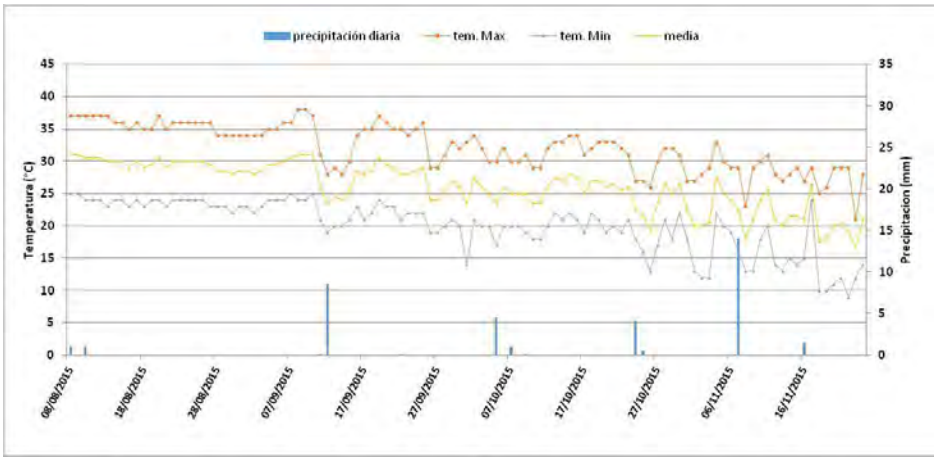


Figura 1. Condiciones climáticas a través del ciclo de verano 2015, CELALA.

Características agronómicas. En el Cuadro 1 se presentan las características agronómicas de las variedades de sorgo y MIJO evaluadas en el presente estudio. La altura de planta presentó diferencias significativas entre tratamientos, el valor en esta variable varió de 1.27 m a 2.26 m con una media de 1.68 m, siendo el testigo (sorgo Silo Miel) el que presentó el valor más alto en esta variable. Los días a cosecha variaron de 76 a 103 días con una media de 91 días, el cultivo del MIJO fue el que presentó el valor más bajo y por lo tanto el ciclo más corto que los sorgos.

Cuadro 1. Características agronómicas de las variedades de sorgo y MIJO. Verano de 2015.

Híbrido	Altura (m)	Días a cosecha
HORSE MICCEX (MIJO)	1.67 bc	76 d
M600	1.47 cd	103 a
MBR 595	1.27 d	87 c
SILO MIEL	2.26 a	94 b
CENTURION	1.72 b	94 b
Media	**1.68**	**90.8**
DS	**0.37**	**10.03**

†Medias con diferente literal en columna son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). DS-Desviación estándar.

Producción de forrajera. En el Cuadro 2, se muestra las producciones de forraje por hectárea de las variedades evaluadas las cuales presentaron diferencias significativas entre tratamientos el tratamiento testigo fue el tto que presentó el valor más alto en esta variable la cual presentó

una variación de 27.30 a 56.55 t ha^{-1} para ($P \leq 0.05$) . El contenido de materia seca a la cosecha varió de 19.98 a 28.69 %, el tratamiento MBR 595 fue estadísticamente similar al resto de los tratamientos a excepción del CENTURION el cual presentó el valor más bajo. El cultivo de Mijo fue el tratamiento (tto) que presentó el valor más alto en porcentaje de panoja (40.89 %), aunque fue estadísticamente similar al tto M600 y la media fue de 27.56 %. En producción de forraje seco los tratamientos presentaron una diferencia significativa, el tto Silo miel presentó el valor más alto con 13.80 t ha^{-1} a aunque fue estadísticamente similar al tto M600 y el MIJO fue el tratamiento que presento el valor más bajo de las variedades evaluadas 7.71 t ha^{-1} también fue estadísticamente similar al resto de tratamientos. Las variedades sobresalientes estadísticamente tuvieron producciones de forraje seco de 12.89 t ha^{-1} o mayores. En general las producciones con estos cultivos son más bajas que las producciones del ciclo de primavera (Anaya *et. al.* 2015).

Cuadro 2. Producción de forraje verde (PV) y seco (PS) de variedades de sorgo y MIJO

Híbrido	FV t ha^{-1}	FS t ha^{-1}	Materia seca %	Panoja %
HORSE (MIJO)	27.30 e	7.71 b	28.24 ab	40.89 a
M600	44.92 c	12.89 a	28.69 a	33.39 ab
MBR 595	35.46 d	9.52 b	26.85 ab	26.17 bc
SILO MIEL	56.55 a	13.80 a	24.41 bc	15.56 d
CENTURION	50.44 b	10.08 b	19.98 c	21.81 cd
Media	**42.93**	**10.8**	**25.63**	**27.56**
DS	**11.68**	**2.5**	**3.57**	**9.88**

† Medias en columna con diferente literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). DS - Desviación estándar.

Calidad nutricional y potencial de producción de leche. En el Cuadro 3 se presentan las variables de calidad nutricional de las variedades de sorgo y MIJO evaluadas. En proteína cruda los porcentajes presentaron diferencias significativas el tto testigo presentó el valor más bajo 8.95 y no fue estadísticamente similar a ningún otro tratamiento, mientras que el tto MIJO presentó el valor más alto estadísticamente (13.80 %) para $P \leq 0.05$ la media fue de 11.82 %. En concentraciones de fibra detergente ácido y fibra detergente neutro se tuvieron variaciones de 26.60 a 39.40 % con media de 34.48 el tratamiento que presentó el valor más alto fue el tto testigo y de 44.98 % a 55.63 % con media de 51.68 % siendo nuevamente el mismo tratamiento el que presento el valor más alto, En digestibilidad de la FDN, los valores variaron de 66.75 a 73.50 con una media de 69.20%. Las variedades sobresalientes estadísticamente tuvieron valores mayores de 68 %. Respecto al contenido de almidón, el tto MIJO presentó el valor más alto estadísticamente con 11.10 % la media fue de 6.29 %. La energía neta de lactancia de las variedades de sorgo fue de 1.12 a 1.23 Mcal kg^{-1} de MS. Las variedades sobresalientes estadísticamente tuvieron valores mayores de 1.17 Mcal kg^{-1} de MS.

Cuadro 3. Calidad nutricional de variedades de sorgo y MIJO. Verano de 2015.

Híbrido	PC; %	FDA, %	FDN, %	DFDN 30 H, %	ALM, %	ENI, Mcal kg^{-1} de MS
HORSE (MIJO)	13.80 a	26.60 c	44.98 c	66.75 b	11.10 a	1.17 ab
M600	11.40 b	33.00 b	49.80 b	73.50 a	7.68 b	1.23 a
MBR 595	12.85 ab	36.30 ab	54.33 a	66.75 b	4.55 bc	1.21 a
SILO MIEL	8.95 c	39.40 a	55.63 a	68.25 ab	3.35 c	1.12 b
CENTURION	12.10 ab	37.10 ab	53.65 ab	70.75 ab	4.78 bc	1.20 a
Media	**11.82**	**34.48**	**51.68**	**69.2**	**6.29**	**1.19**
DS	**1.84**	**4.97**	**4.33**	**2.91**	**3.12**	**0.04**

PC-proteína cruda; FDA- Fibra detergente ácido; Fibra detergente neutro; DIG de la FDN-Digestibilidad de la fibra detergente neutro; ENI- Energía neta de lactancia.

La calidad relativa de forraje de las variedades evaluadas varió estadísticamente el testigo presentó el valor más bajo 163 y el mijo el valor más alto estadísticamente 204. Las variedades sobresalientes estadísticamente tuvieron valores superiores a 181. La producción de leche por tonelada de materia seca varió de 961 a 1,108 con media de 1045 kg y la producción de leche por hectárea varió de 7,869 a 14,289 con media de 11,320 kg por hectárea. Las variedades con mayor potencial de producción de leche por tonelada de materia seca estadísticamente tuvieron valores mayores de 1,068 y las mejores variedades estadísticamente en producción de leche por hectárea tuvieron valores de 13,449 kg o más.

Cuadro 4. Calidad relativa de forraje RFQ y producción de leche de variedades evaluadas

Híbrido	RFQ	Leche, kg t^{-1} de MS	Leche, kg ha^{-1}
HORSE (MIJO)	204.25 a	1019.90 bc	7869 c
M600	191.75 ab	1108.89 a	14289 a
MBR 595	181.25 abc	1068.83 ab	10257 c
SILO MIEL	163.75 c	961.64 c	13449 ab
CENTURION	168.50 bc	1066.80 ab	10739 bc
Media	**181.9**	**1045.21**	**11320.6**
DS	**16.63**	**56.36**	**2584.79**

CONCLUSIONES

El cultivo del Mijo presentó el ciclo a cosecha más corto que los sorgos evaluados en el experimento, en la producción de forraje seco presento el valor más bajo estadísticamente, sin embargo, tuvo un valor de porcentaje de panoja alto 40.9% donde el testigo presento un valor de 15.6% el silo miel, en porcentaje de proteína y almidón presentó el valor más alto al igual que la calidad relativa de forraje, sin embargo, en potencial de producción de leche presentó el valor más bajo. Los híbridos sobresalientes estadísticamente tuvieron valores superiores a: Producción de forraje seco, t ha^{-1}: 12.8, Porcentaje de panoja: 33%, Digestibilidad de la fibra

detergente neutro: 68%, Almidón: 11, ENl: 1.17, Calidad relativa de forraje: 181, Producción de leche por kg de MS: 1068, Producción de leche por hectárea: 13,449.

BIBLIOGRAFIA

Anaya S. A., Núñez H. G.1, Faz C. R., Serrato M. H. A., Ríos V. M. E., Granados N. J. A. 2015., respuesta en rendimiento y eficiencia del uso del agua en dos variedades de sorgo forrajero de verano.Memoria de la XXVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. pp. 335 341.

Banks, S.; Stewart, T. 1998 Forage pearl millet. Factsheet 126. Ministry of agriculture and Food, Ontario, Canadá. Queens printer. sp.

Beadle, C. L. 1988. Análisis del crecimiento vegetal. In: J. Coombs , May, D.O., Long, S.P., Scurlock, J. (eds.), Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. Traducción del Inglés, Colegio de Posgraduados, Chapingo, Mex. pp. 17-21.

Castro, J.; Ortíz, J.; Mendoza, Ma. del C.; Zavala, F. 2000. Producción de biomasa en líneas de sorgo como respuesta al estrés hídrico. Rev. Fitotec. Mex 23: 321-334.

FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2007.

Kramer, P. J. 1980. Drought, stress and the origin of adaptations. In: N. C. Turner and P. J. Kramer (eds.), Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley, New York. pp. 7-20.

López, J.; Rojo, J.; Cano, M.; Arredondo, C.; Ruiz, J. 1992. Los sistemas de producción agropecuaria en los Valles Centrales de Oaxaca II. Identificación y funcionamiento. Resúmenes del Coloquio Mesoamericano sobre Sistemas de Producción y Desarrollo Agrícola. Texcoco, Méx. p. 68.

Mccollum, T.; Bean, B. 2003. Comparative value of silages based on digestibility. Asweb-105, Texas Coop. Extension, Texas A&M University. USA. 57 p.

Miller, F. R. and J. A. Stroup, MSc. 2004. Growth and management of sorghums for forage Production. In: Proceedings, National Alfalfa Symposium, San Diego, CA, UC Cooperative Extention, University of California, Davis 95616.

Muir, J. P.; Prostko, E.; Stokes, S. 1999. The effect of dairy manure on summer annual grasses grown as alternative silages on the cross timbers. Stephenville Agric. Res. and Ext. Center. University of Texas A&M. 8 p.

Núñez H. G., Anaya S. A., Faz C. R., Serrato M. H. S. 2015. Variedades de sorgo para forraje con alto potencial de producción de leche de bovino. AGROFAZ VOLUMEN 15 NÚMERO 1 pp. 39-45

Núñez, G.; Cantú-Brito, E. 2000. Forage yield, chemical composition and digestibility of brown midrib sorghum x sudan forage in northern Mexico. Tec. Pecu. Mex. 38(3): 177-187

Ouda., J. O. 2001. The potential of sorghum as rumiant feed. TSAP PROCEEDINGS VOL. 28. pp. 1-5.

Ruiz V. J. y Carrillo R. J. 2005 Selección de cultivares forrajeros de sorgo y mijo por índices de eficiencia de producción y calidad1, agronomía mesoamericana 16(2): 154-158.

Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics.McGraw-Hill Book Company

Tapia, M. 1985. Cultivos de alternativa: Una posible solución al problema de la sequía en la Mixteca Oaxaqueña. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. 130 p.

Turner, N. C.; Jones, M. 1980. Turgor maintenance by osmotic adjustment: Areview and evaluation. In: N. C. Turner and P. J Kramer (eds.), Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley and Sons, New York. pp. 57-103.

EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA PROGRAMACIÓN DE RIEGO Y NECESIDADES HÍDRICAS DEL MAÍZ EN LA LAGUNA

Juan G. Martínez Rodríguez[1], Antonio Anaya Salgado[1], Isidro Reyes Juarez[1], Arturo Reyes Gonzalez[1] y Damián Torres-Hernandez[1]

[1] INIFAP – CIRNOC - Campo Experimental La Laguna
e-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

El incremento de la temperatura de la atmósfera como consecuencia del incremento de la concentración de los gases efecto invernadero está teniendo su efecto en el cambio climático. Los factores relevantes del cambio climático que se han identificado para la agricultura y la seguridad alimentaria son: el aumento de la temperatura, el incremento del dióxido de carbono (CO_2) atmosférico y la variación de los patrones de precipitación. Estas condiciones, sin duda, tendrán un impacto potencial negativo en el rendimiento y en la producción global de los cultivos; sin embargo, se espera un efecto muy diferente del cambio climático en la agricultura en distintas partes del mundo, en función de las condiciones del suelo, de la disponibilidad de recursos hídricos y de la infraestructura disponible para hacer frente al cambio, así como de las medidas de mitigación que se adopten a nivel mundial (Rosenzweig y Parry, 1994).

La rápida evolución del clima terrestre en las últimas décadas afecta sin duda a los sistemas biológicos y físicos, pero también a los sistemas sociales y económicos (IPCC, 2001). La agricultura es uno de los sectores en donde su efecto es más inmediato, tanto por las tendencias generales de aumento de la temperatura y de la concentración de CO2 atmosférico, como por las perturbaciones en el régimen pluviométrico los registros meteorológicos de los últimos decenios empiezan a mostrar señales claras del cambio climático, aunque todavía difíciles de resolver con la necesaria nitidez espacial y temporal (Gay, 2000). Por ello, son recomendables los estudios de la evolución climática a una escala regional o local que permitan disponer de análisis detallados de su impacto en la agricultura en este sentido,

La evapotranspiración (ET) ocurre en función de los siguientes factores: climáticos, cultivo y manejo; las variables climáticas que afectan este proceso son: radiación, temperatura ambiental, humedad atmosférica y velocidad del viento. Es posible estimar la ET cuando se cuenta con registros climáticos, por medio de algunos modelos matemáticos desarrollados y correlacionados con determinaciones en campo. Las características fenotípicas de cada especie, variedad y etapa de desarrollo conllevan a diferentes niveles de ET, donde, conforme el cultivo crece y se desarrolla, va cubriendo el suelo, aumentando así la tasa de ET, como

consecuencia del incremento del índice de área foliar y de la altura de la planta (Martínez Rodríguez, *et al.,* 2009; Ritchie, *et al.,* 1998).

La mayoría de los efectos de los diferentes factores meteorológicos se encuentran incorporados en la estimación de ETo. Por lo tanto, mientras ETo representa un indicador de la demanda climática, el valor de Kc varía principalmente en función delas características particulares del cultivo, variando solo en una pequeña proporción en función del clima. Esto permite la transferencia de valores estándar del coeficiente del cultivo entre distintas áreas geográficas y climas. Este hecho constituye la razón principal de la aceptación general y utilidad de la metodología del coeficiente del cultivo, así como de los valores de Kc desarrollados en estudios anteriores (Allen, *et al*., 1998).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del Campo Experimental La Laguna (CELALA) dependiente del INIFAP en la ciudad de Matamoros, Coah. La información climatológica incluye 12 años de registros diarios que abarca el periodo de enero 2006 a diciembre 2017. La información incluye: temperatura máxima y mínima (°C), precipitación (mm), velocidad del viento (Km h^{-1}), así como radiación solar (Wm^{-2}). Esta información corresponde a la estación climatológica localizada en las instalaciones del CELALA y que está disponible en la página web del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP (http://clima.inifap.gob.mx). Dicha información sirvió para alimenta el modelo de simulación CROPWAT (Smith, 1992) versión 8.

CROPWAT 8.0 para Windows es un programa de computación que puede ser usado para el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos y de sus requerimientos de riego en base a datos climáticos y de cultivo ya sean existentes. Además, el programa permite la elaboración de calendarios de riego para diferentes condiciones de manejo.

Todos los procedimientos de cálculo, tal como se utilizan en CROPWAT 8.0 se basan en las directrices de la FAO tal como se establece en la publicación No 56 de la Serie Riego y Drenaje de la FAO "Evapotranspiración del Cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos" (Allen, *et al.,* 1998).

Para el cálculo de los Requerimientos de Agua del Cultivo (RAC), CROPWAT requiere de datos de evapotranspiración (ETo). CROPWAT permite al usuario ingresar valores de ETo, o ingresar datos de temperatura, humedad, velocidad del viento y radiación solar, lo cual permite al programa CROPWAT calcular la ETo aplicando la ecuación de Penman-Monteith.

También son necesarios los datos de precipitación, y son utilizados por CROPWAT para calcularla precipitación efectiva como datos de entrada para el cálculo de los RAC y de la programación de riego. Por último, datos de cultivos (cultivos no inundados o arroz) son necesarios para los cálculos de los RAC, y también datos de suelo si el usuario también desea determinar la programación de riego.

Con la finalidad de conocer el efecto que la variabilidad anual del clima tiene sobre las necesidades de riego y programación del mismo en un cultivo como el maíz, se optó por establecer las mismas condiciones de manejo del cultivo para todos y cada uno de los años evaluados. Siendo estas condiciones: fecha de siembra 20 de abril, longitud del periodo vegetativo 130 días, tipo de suelo migajón arcilloso con una capacidad de retención de humedad de 200 mm por metro de profundidad, y la aplicación del riego cuando la humedad disponible aprovechable alcanzara un 40 y un 60% antes y después de antesis.

RESULTADOS Y DISCUSION

La temperatura media anual presenta una tendencia a incrementarse (Figura 1); la tasa promedio de incremento es de 0.057 °C por año. Se puede observar que la temperatura media, en los últimos 16 años, ha estado por arriba del valor medio regional, que se sitúa en 22.6 °C. La oscilación térmica, que es la diferencia entre la temperatura máxima y mínima, presenta que en los últimos años la diferencia es menor y que desde el punto de vista agrícola, los cultivos se encuentran expuestos a mayores temperaturas diarias y por un periodo más prolongado de tiempo durante el día. Esto, indudablemente se refleja en el aceleramiento del crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como en el incremento en las necesidades hídricas de los mismos. El modelo CROPWAT se utilizó a partir del año 2006 y hasta el año 2017, debido a que son estos años los que presentan la información requerida como entrada al modelo, la cual se describió en el apartado anterior.

De acuerdo a los datos de salida del modelo CROPWAT existe una gran variación en la aplicación de los riegos de auxilio requeridos por el cultivo. La Figura 2 presenta la distribución temporal de la aplicación de los tres riegos de auxilio, respectivamente; en ella se puede observar que el primer riego se puede aplicar desde los 47 días después de la siembra (dds) hasta los 64 dds, es decir existe una diferencia en la aplicación de dos semanas aproximadamente.

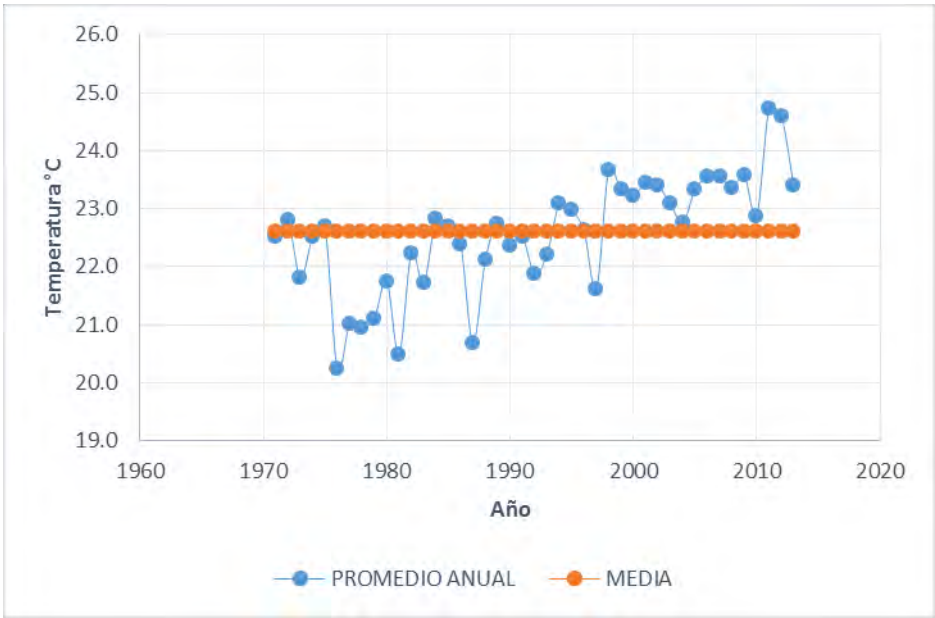


Figura 1. Distribución temporal de la temperatura promedio anual en la Comarca Lagunera (1971 – 2013).

Con respecto al segundo riego de auxilio, se puede observar que el rango de aplicación varió desde los 74 hasta los 100 dds; es decir, existe una diferencia de tres semanas, aproximadamente en la aplicación de este riego por consideraciones climáticas anuales, exclusivamente. Mientras que el tercer riego de auxilio se aplicó desde los 102 hasta los 117 dds, lo cual implica dos semanas de diferencia. Cabe mencionar que el año 2010 se completó el ciclo del cultivo de maíz con solamente dos riegos de auxilio, siendo estos a los 64 y 100 dds.

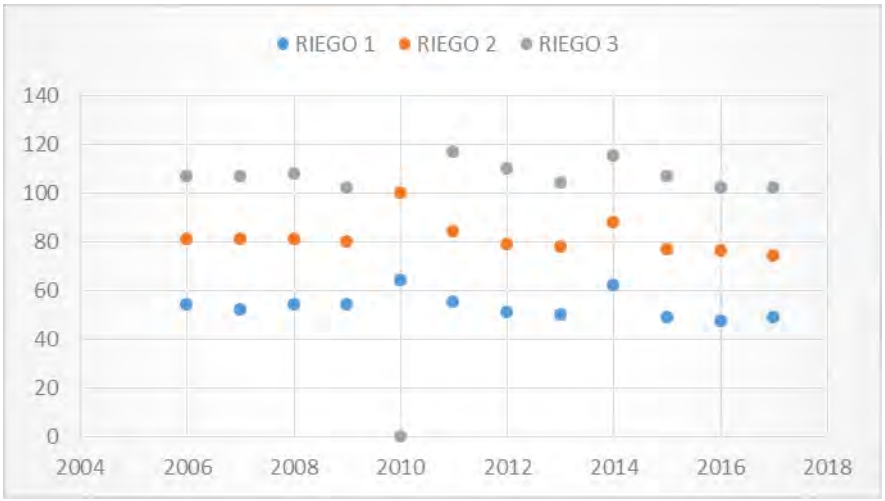


Figura 2. Distribución temporal de los riegos de auxilio en el cultivo de maíz en días después de la siembra.

La frecuencia del riego y la lámina aplicada están en función, además de las condiciones climatológicas, a las características de retención de humedad del suelo, así como al factor de abatimiento permisible de humedad (APH) establecido como criterio para la aplicación del riego. En el estudio se estableció la aplicación del riego al alcanzar un APH de 0.6 y de 0.4 antes y después de antesis. Aclarando que la lámina a aplicar debe ser tal que satisfaga o que vuelva a restablecer el volumen de agua perdido en la zona radical al límite máximo de humedad aprovechable del agua en el suelo.

Los resultados indican (Tabla 1) que existió una gran variación en la aplicación de láminas brutas totales en el periodo bajo estudio. Las láminas de riego más altas se aplicaron en los años 2011 y 2012 con aproximadamente 609 mm de agua; mientras que la lámina mínima aplicada fue en el año 2010 (en que solo se aplicaron dos riegos de auxilio) con 411 mm, aproximadamente. Lo anterior denota una variación de casi 200 mm de agua, que es precisamente el riego que no fue aplicado en el año 2010 y que no fue requerido, de acuerdo a los registros de clima de ese año.

En cuanto al uso real de agua utilizada por el cultivo esta se situó entre 435 y 493 mm de agua, la cual fue aparentemente estable a lo largo de los años del estudio; el valor medio del uso de agua real requerido se situó en 460 mm, el cual está acorde a lo establecido en las recomendaciones técnicas regionales para este cultivo.

Tabla 1. Valores estadísticos para la aplicación de los riegos de auxilio y las láminas aplicadas.

Parámetro	Primer riego	Segundo riego	Lamina Bruta	Lamina Neta	Uso Real Requerido
Media	53	82	519	363	460
Error tipo	1	2	14	10	5
D. Stdar	5	7	50	35	19
Rango	17	26	198	139	58
Mínimo	47	74	411	287	435
Máximo	64	100	609	426	493

CONCLUSIONES

Existe una gran influencia del clima sobre la programación del riego en el cultivo de maíz forrajero, así como en la cantidad de agua a aplicar para satisfacer las necesidades hídricas de este.

Los resultados indican que de acuerdo al año y sus condiciones el primer riego de auxilio puede variar hasta dos semanas en su aplicación siendo el riego más temprano aplicado a los 47 dds y el más tardío a los 64 dds. Con respecto al segundo riego de auxilio este presentó una variación en su aplicación de tres semanas de diferencia, el más temprano a los 74 y el más tardío a los 100 dds. Para el tercer riego la diferencia es de dos semanas; el riego más temprano se aplicó a los 102 y el más tardío a los 117 dss.

La lamina bruta de riego aplicada, también se ve fuertemente influenciada y los valores más altos fueron de 609 mm para el año de 2011 y de 411 mm para el año 2010. El uso real de agua utilizada por el cultivo (necesidades de agua) se situaron en promedio en 460 mm de lámina lo cual está acorde al recomendado regionalmente.

BIBLIOGRAFIA

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1998.

Gay Carlos. 2000. México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Resultados de los estudios de la vulnerabilidad del país, coordinados por el INE con el apoyo del U.S. Country Studies Program. México: INE, SEMARNAP, UNAM, U.S. Country Studies Program

IPCC. 2001. Third Assessment Report-Climate Change 2001: The scientific basis. Approved by IPCC Working Group II in Geneva, 13-16 February 2001. En línea: www.ippc.ch/

Martínez Rodríguez, J.G., Roblero Cortez A.E. y Álvarez R. V de P. 2009. Efecto del cambio climático sobre la tasa de evapotranspiración regional en la Laguna. XXI Semana Internacional de Agronomía FAZ – UJED., p 177 – 181. Gómez Palacio; Durango. Noviembre 2009.

Ritchie J. T., Singh U., Godwin D. C., and Bowen W. T. 1998. Cereal growth development and yield. In: Tsuji, G.Y., Hoogenboom, G., Thornton, P.K. (Eds.), Understanding Options for Agricultural Production. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp. 79.

Rosenzweig, C. and M. L. Parry. 1994."Potential impact of climate change on world food supply," *Nature* vol. 367, pp. 133- 138.

Smith, M. 1992. CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management. FAO Estudio de Riego y Drenaje 46, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA OREJONA EN DURANGO, MÉXICO

Blanca Isabel Sánchez Toledano[1*], Rafael Jiménez Ocampo[2], Maihualy Martínez Fernández [2]

[1]Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. 98500, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México.
[2]Campo Experimental Valle de Guadiana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital. C. P. 34170. Durango, Dgo. México.
Email: sanchez.blanca@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa*) var. Longifolia es una de las especies más importantes del grupo de las hortalizas de hoja. Su consumo es en fresco, principalmente en ensaladas o como ingrediente en la preparación comida rápida. Su contenido de agua es alto, además posee un bajo valor energético, por lo que puede utilizarse en las dietas hipocalóricas o para disminuir de peso (Balsam *et al.*, 2013). Existen diferentes variedades de lechuga, las cuales se adaptan mejor a climas templados y otras a climas cálidos (Qin *et al.*, 2007), en general, es una especie que se adapta a diferentes condiciones agroclimáticas. La lechuga es un cultivo anual de ciclo corto e intensivo, este último provoca que la distancia entre plantas sea un factor crítico en el rendimiento, por lo que es necesario encontrar la distancia óptima (distancia mínima entre plantas que produce el máximo rendimiento), ya que a menor distancia entre plantas existe mayor competencia por luz y nutrimentos (Abu *et al.,* 2004). La productividad de la lechuga está en función de la interacción entre el genotipo del cultivar y las condiciones ambientales; entre estos factores está el número de plantas por unidad de superficie (Abu *et al.,* 2004).

En Durango se sembraron 55 hectáreas de lechuga en 2017, con un rendimiento de 26.96 unidades de producción por hectárea. La horticultura protegida en el país es una industria joven y evoluciona a un ritmo de crecimiento anual del 30 por ciento. La horticultura protegida viene a impactar al campo duranguense, ampliando el abanico de oportunidades y con ventajas como vencer la adversidad climática, sobre todo en un lugar como Durango, donde la mayor parte del territorio es temporalero. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar económicamente la producción de lechuga en el estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopilo información de datos técnicos para la producción de lechuga en el Campo Experimental Valle de Guadiana de INIFAP y en fuentes oficiales durante junio de 2018. Lo anterior, se realizó mediante informes técnicos, diagramas de procesos, operación y

mantenimiento de los equipos necesarios. Asimismo, para la recopilación de datos es indispensable realizar una inspección visual del estado que guardan los equipos utilizados, conocer su antigüedad, horas de operación, condiciones de operación y mantenimiento que sugieran hacer una evaluación técnica (diagnóstico).

Se realizó un análisis de rentabilidad a través de los indicadores de evaluación económica. Los indicadores para la evaluación económica son conceptos valorizados que expresan el rendimiento económico de la inversión, y en base a estos se puede tomar la decisión de aceptar o rechazar la realización de un tratamiento (Muñante, 2002). De la misma forma, permiten comparar y seleccionar entre diferentes alternativas de inversión o tratamientos.

Los indicadores usados en esta evaluación fueron: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio Costo (RBC). Los análisis se llevaron a cabo en el programa Excel del paquete Microsoft Office.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron los requerimientos técnicos de los insumos y gastos necesarios para obtener con exactitud los costos de producción y de administración para la producción de lechuga. Asimismo, se tomó como referencia el paquete tecnológico generado por el Campo Experimental Valle de Guadiana (Cuadro 1), donde se muestras las actividades y la calendarización del cultivo.

Cuadro 1. Paquete tecnológico para el cultivo de lechuga orejona

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Características	Lechuga orejona: no forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central ancho.
Requerimientos edafoclimáticos	**Temperatura** La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20 ºC. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14-18ºC por el día y 5-8ºC por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12ºC por el día y 3-5ºC por la noche. Este cultivo soporta las temperaturas elevadas hasta 30 – 35 ºC como temperatura máxima y puede soportar hasta los –6 ºC como temperatura mínima. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia nutricional. **Humedad relativa** El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y no soporta un período de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos es conveniente menos del 60%. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan. **Suelo** Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos ricos en humus la lechuga vegeta bien, pero

si son excesivamente ácidos será necesario encalar.
Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello. En cultivos de primavera, se recomiendan los suelos arenosos, pues se calientan más rápido y permiten cosechas más tempranas. En cultivos de otoño, se recomiendan los suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos. En cultivos de verano, es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de las plantas es más rápido.

Actividades culturales

Elaboración de plántula

La multiplicación de la lechuga suele hacerse con planta en cepellón obtenida en almácigo. Se recomienda el uso de bandejas de unicel de 200 cavidades, sembrando en cada alveolo una semilla a 5 mm de profundidad.
Una vez transcurridos 30-40 días después de la siembra, la lechuga será plantada cuando tenga 5-6 hojas verdaderas y una altura de 8 cm desde el cuello del tallo hasta las puntas de las hojas.

Preparación del terreno

Según la textura y trabajos anteriores que se hayan realizado en el sitio donde se pretenda realizar la siembra de lechuga, se recomienda realizar una doble rastra para desmoronar lo mejor posible los terrones y la superficie del suelo, posteriormente se procederá a la nivelación del terreno, especialmente en el caso de zonas susceptibles a encharcarse, posteriormente se realiza el surcado y por último la acaballonadora o descopete de los surcos, formará varios bancos, para marcar la ubicación de las plantas así como realizar pequeños surcos donde alojar la tubería portagoteros.
La desinfección química del suelo no es recomendable, ya que se trata de un cultivo de ciclo corto y muy sensible a productos químicos, pero si se recomienda utilizar la solarización en verano.
Se recomienda el acolchado durante los meses invernales empleando láminas de polietileno negro o transparente. Además, también se emplean en las lechugas de pequeño tamaño y las que no forman cogollos cuyas hojas permanecen muy abiertas, para evitar que se ensucien de tierra procedentes del agua de lluvia.

Plantación

La plantación se realiza en caballones o en banquetas a una altura de 25 cm para que las plantas no estén en contacto con la humedad, además de evitar los ataques producidos por hongos.
La plantación debe hacerse de forma que la parte superior del cepellón quede a nivel del suelo, para evitar podredumbres al nivel del cuello y la desecación de las raíces.
La densidad de plantación depende de la variedad.

Riego

El mejor sistema de riego, que actualmente se están utilizando para el cultivo de la lechuga son, el riego por goteo. Los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo.
Se recomienda el riego por aspersión en los primeros días post-trasplante, para conseguir que el cultivo quede bien establecido y evitar pérdidas de planta.

Fertilización

La lechuga es una planta exigente de fertilización potásica, debiendo cuidar los aportes de este elemento, especialmente en épocas de bajas temperaturas ya que al consumir mayor cantidad de potasio va a absorber mayor cantidad de magnesio, por lo que habrá que tenerlo en cuenta a la hora de equilibrar esta posible carencia.
Hay que evitar los excesos de fertilización nitrogenada, con objeto de prevenir posibles fitotoxicidades por exceso de sales y conseguir una buena calidad de hoja y una adecuada formación de los cogollos. También se trata de un cultivo bastante exigente en molibdeno durante las primeras fases de desarrollo, por lo que resulta conveniente la aplicación de este elemento vía foliar, tanto de forma preventiva como para la corrección de posibles carencias.

La fertilización a utilizarse partir del día 6 hasta el 60 será la siguiente:

Fertilizante	Cantidad	Unidad
Fosfonitrato	22.172	kg
Nitrato de Potasio	24.334	kg
Sulfato de Magnesio	6.624	kg
Ácido fosfórico	8.556	L

Nitrato de Calcio	10.396	kg

Control de malezas

Siempre que las malas hierbas estén presentes será necesaria su eliminación de forma manual o mecánica, pues el cultivo no admite competencia con ellas. Este control debe realizarse de manera integrada, procurando minimizar el impacto ambiental de las operaciones de escarda. Se debe tener en cuenta en el periodo próximo a la recolección, las malas hierbas pueden sofocar a la lechuga, creando un ambiente propicio al desarrollo de enfermedades que invalida el cultivo. Además, las virosis se pueden ver favorecidas por la presencia de algunas malas hierbas.

Las materias activas recomendadas en el cultivo de la lechuga contra malas hierbas anuales son:

Nombre común e Ingrediente activo	**Dosis**	**Recomendaciones**
Pivot **(Imazethapyr)**	375 ml 200-300 l agua/ha	Para prevenir el desarrollo de poblaciones resistentes, siempre respete las dosis y las frecuencias de aplicación; evite el uso repetido del producto, alternándolo con otros grupos químicos de diferentes modos de acción y diferentes mecanismos de destoxificación y mediante el apoyo de otros métodos de control
Durango **(Glifosato)**	3 l 200–300 l agua/ha	Aplicar después de la brotación de las malezas. No aplicar con vientos mayores a 10km/h. Es recomendable el uso de un coadyuvante no iónico o un acondicionador de agua para aspersión.
Prowl H_2O **(Pendimetalin)**	1.2 l 200–300 l /ha	

Plagas

Minadores (*Liriomyza trifolii y Liriomyza huidobrensis*)

Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada. Los tratamientos comenzarán cuando se observen los primeros síntomas, procurando mojar bien toda la superficie de la planta.

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Produce una melaza que deteriora las hojas, dando lugar a un debilitamiento general de la planta. Los tratamientos químicos comenzarán una vez que la población de mosca blanca vaya incrementándose.

Enfermedades

Mildiu velloso (*Bremia lactucae*)

En el has de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro, y en el envés aparece un micelio velloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Los ataques más importantes de esta plaga se suelen dar en otoño y primavera, que es cuando suelen presentarse periodos de humedad prolongada, además las conidias del hongo son transportadas por el viento dando lugar a nuevas infecciones.

Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Se trata de una enfermedad principalmente de suelo, por tanto, las tierras nuevas están exentas de este patógeno o con infecciones muy leves.
La infección se empieza a desarrollar sobre los tejidos cercanos al suelo, pues la zona del cuello de la planta es donde se inician y permanecen los ataques. Sobre la planta produce un marchitamiento lento en las hojas, iniciándose en las más viejas, y continúa hasta que toda la planta queda afectada. En el tallo aparece un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba en el tallo principal.

Chupadera *(Rhizoctonia, Fusarium, Pythium)*

Causa la muerte de las plántulas por estrangulamiento en la base del tallo, originados por lesiones de cualquiera de los 3 tipos de hongos que viven en el suelo. Su aparición está condicionada por una excesiva humedad ambiental, provocada por el clima, mal manejo del riego, suelos con poco drenaje o siembras demasiado densas.

Control biológico
Sobre diferentes cultivos se localizan de manera espontánea algunos artrópodos depredadores, destacando un insecto del género *Orius* y los ácaros del grupo de los Fitoseidos. Resulta efectivo plantar en los márgenes de la parcela algunas plantas por la que estos insectos muestran una especial predilección, como es el caso de las habas o alcachofas.
Control químico
Las formas de aplicación de los productos (espolvoreo y pulverización) se deberán alternar para lograr mayor eficacia. Si las poblaciones de plagas son muy elevadas, será necesario realizar dos tratamientos en el plazo de 5 días para romper el ciclo, teniendo en cuenta que las fases de huevo y ninfa no van a ser afectadas por el primer tratamiento y necesitan unos días para emerger.

Actividades

El momento de la recolección debe hacerse antes de la subida de la flor, esto es no menos de dos meses desde el momento de la plantación. Un buen indicador es el cogollo, que debe estar sólo algo consistente, es decir que con una fuerza moderada realizada con las manos puedas comprimirlo.
La madurez está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobremadura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobremaduras y también tienen menos problemas en postcosecha.
Para cosechar la lechuga se debe cortar la planta por la base, a ras del suelo. No regar antes de la recolección pues no debe haber agua en el interior del cogollo.

Actividades

Actividades	**Junio**				**Julio**						**Agosto**				**Septiembre**			
Semanas	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
Elaboración de plántula	X	X	X	X												
Trasplante					X	X										
Actividades culturales					X	X	X	X	X	X						
Cosecha											X	X	X			

Actividades	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
Semanas	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
Elaboración de plántula	X	X	X	X												
Trasplante					X	X										
Actividades culturales					X	X	X	X	X	X						
Cosecha											X	X	X			

Los costos de producción y de mano de obra directa e indirecta en una hectárea de lechuga se observan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Costos de producción de lechuga

Actividades	**Costo total**
Barbecho	$ 1,000.00
Rastreo (2)	$ 1,200.00
Surcado	$ 600.00
Bordeo	$ 400.00
Plántula	$ 20,000.00
Siembra	$ 700.00
Insumos fertilización y control de maleza	$ 8,465.00
Charolas	$ 5,000.00
Peat moss	$ 2,400.00
Riegos pre siembra y auxilio	$ 2,530.00
Sistema de riego	$ 18,841.12

Rehabilitación modulo bajo invernadero	$	18,133.00
Cintilla	$	5,000.00
Diésel	$	2,000.00
Otros gastos	$	3,503.23
Costo financiero	$	1,700.00
Asistencia técnica	$	850.00
Cosecha	$	18,400.00

Para calcular depreciación:	**Valor inicial**	**Valor de desecho**	**Años de vida útil**	**Costo total**
Depreciación de:				
Activo: Sistema de riego	$ 18,841.12	1	10	$ 376.82
Renta del terreno ($/ha-1)	Ha-1	1	965	$ 965.00
Costo de administración	Administrador	1	$ 3,300.00	$ 3,300.00

El cálculo de los ingresos es obtenido a través de la venta de los productos considerados, en este caso las lechugas. En promedio se venden 20,000 lechugas a un precio de $5.50 y la venta se realiza en el Campo Experimental Valle de Guadiana. Es importante mencionar, que el precio mínimo al que se debe vender cada pieza de lechuga para recuperar los costos es de $4.0.

El flujo neto de efectivo considerando el costo de financiamiento y depreciación aplicado para la determinación de los indicadores de rentabilidad en el caso analizado se presenta en Figura 1.

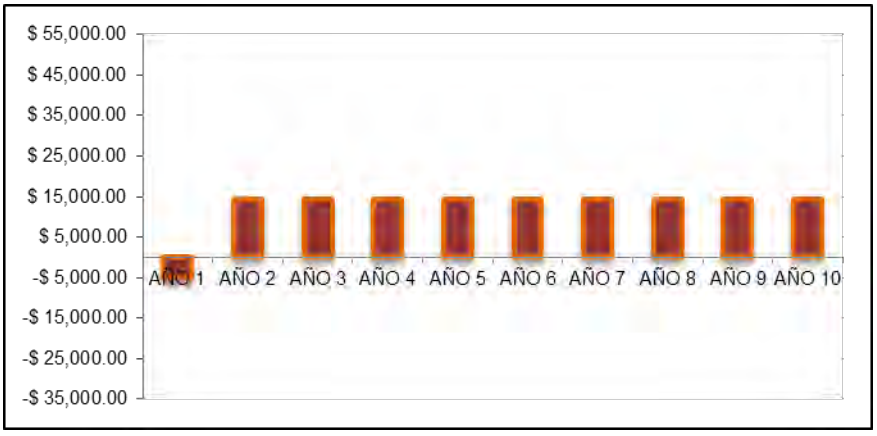


Figura 1. Flujo neto de efectivo para la producción de lechuga.

Los resultados del estudio demuestran que la producción de lechuga, presenta indicadores financieros aceptables, de acuerdo a los criterios de evaluación de proyectos. El valor actual neto (VAN), es de $71,973, lo que indica que después de actualizar los costos y beneficios a

una tasa de 9.5 % en un horizonte de evaluación de 10 años, se va a obtener una utilidad neta igual a la referida cantidad; se obtuvo una relación beneficio costo de 1.12, lo que significa que bajo las condiciones mencionadas, por cada peso invertido se tendrán 12 centavos de beneficio; la tasa interna de retorno (TIR) obtenida fue de 267%, lo que revela que es la máxima tasa de interés que puede pagar el proyecto, la cual, comparada con la tasa de actualización utilizada (9.5%), demuestra que la producción de lechuga es viable, dado que la TIR del proyecto, es superior a esta última (Cuadro 3). Los resultados coinciden con lo encontrado por Martínez et al. (2015) en la zona de Jerez en Zacatecas.

Cuadro 3. Indicadores financieros de la producción de lechuga

Concepto	Monto
Beneficios actualizados	$ 690,667.78
Costos actualizados	$ 618,694.53
Relación beneficio costo	1.12
Valor actual neto	$ 71,973
TIR	267%
Costo unitario de lechuga	$ 4
Punto de equilibrio (pza. ha^{-1}) de lechuga	2

CONCLUSIONES

La producción de lechuga es una actividad rentable, lo que se demostró por medio de los indicadores de rentabilidad en donde el VAN, TIR y RBC son superiores a otros cultivos de la región. La producción de lechuga orejona en el estado de Durango con densidad de 20 plantas m^{-2} es económicamente rentable, ya que por cada peso invertido se obtiene una ganancia neta de $0.12.

BIBLIOGRAFÍA

Abu-Rayyan, A., B. H. Kharawish, and K. Al-Ismail. 2004. Nitrate content in lettuce *(Lactuca sativa* L) heads in relation to plant spacing, nitrogen form and irrigation level. J. Sci. Food Agric. 84: 931-936.

Balsam, M., F. Morales, I. Germendia, and N. Goicochea. 2013. Nutritional quality of outer and inner leaves of green and red pigmented lettuces *(Lactuca sativa* L.) consumed as salads. Scientia Horticulturae 151: 103-111.

Muñante D.D. 2002. Manual de formulación y evaluación de proyectos. UACh. México.

Qin, L., J. He, S. K. Lee, and I. C. Dodd. 2007. An assessment of the role of ethylene in mediating lettuce *(Lactuca sativa)* root growth at high temperatures. J. Exp. Bot. 58: 3017-3024.

EL ALMACENAMIENTO INFLUYE EN EL CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE DOS VARIEDADES DE TUNA

Raquel K. Cruz-Bravo[a], Salvador Horacio Guzmán-Maldonado[b], Hilda Alejandra Araiza-Herrera[c], Jorge A. Zegbe [a,]

[a]INIFAP, Campo Experimental Zacatecas; [b]INIFAP, Campo Experimental Bajío; [c] Tecnológico de Celaya, Ingeniería Bioquímica.
E-mail: raquelcb81@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El fruto más conocido de *Opuntia* es el nopal, el cual es una fruta de piel fina con una pulpa jugosa y dulce (Barbera et al., 1992). Una especie nativa de México, que se ha extendido por todo el mundo, incluyendo África, Australia y la cuenca del Mediterráneo. Actualmente, se cultiva en Israel, Italia, Marruecos, Túnez, Argelia, Sudáfrica, los Estados Unidos de América, Argentina y Chile (Sáenz *et al*., 2013). La tuna ha llamado la atención en las últimas dos décadas por sus características nutricionales y nutracéuticas o funcionales (Piga, 2004). La tuna es una buena fuente de minerales, proteínas, fibra dietética y fitoquímicos (β-caroteno y betalaínas) (Feugang et al., 2006; Bensadón *et al*., 2010), vitamina C (Albano *et al*., 2015), antioxidantes solubles en lípidos (Tesoriere *et al*., 2005) así como diversos compuestos bioactivos tales como proantocianidinas, taninos hidrolizables (Bensadón *et al*., 2010), betalaínas (Butera *et al*., 2002; Castellar *et al*., 2006; Cejudo-Bastante *et al*., 2014; Albano *et al*., 2015), y una gran variedad de compuestos fenólicos como quercetina, miricetina, kaempferol y luteolina, entre otros (Fernández-López *et al*., 2010; Cejudo-Bastante *et al*., 2014). La destacada capacidad antioxidante y el efecto protector contra la lesión inducida por tetracloruro (Galati *et al*., 2005), la actividad anticancerogénica (Galati *et al.*, 2003) y la citotoxicidad de las células cancerígenas (Chavez-Santoscoy *et al*., 2009).

Bajo almacenamiento en frío, la mayoría de las frutas reducen la tasa de respiración (frutas climatéricas) y la pérdida de masa de fruta (FML), se inhibe el crecimiento de microorganismos y prolonga la vida útil de la fruta (Crisosto y Mitchell, 2002). El efecto del almacenamiento de la tuna en diferentes condiciones sobre los compuestos bioactivos y la capacidad antioxidante, hasta nuestro conocimiento, no ha sido explorado. Por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del almacenamiento en frío y la temperatura ambiente para diferentes tiempos de almacenamiento sobre los compuestos bioactivos de dos variedades de tuna (Roja Lisa y Amarilla Olorosa).

MATERIALES Y MÉTODOS

Material. La tuna se obtuvo del experimento establecido en el Campo Experimental Zacatecas, Calera, Zacatecas, México (latitud 22 ° 54'N, longitud 102 ° 39'W, altitud 2,197 m). Se utilizaron cultivares de nopal de ocho años (*Opuntia ficus-indica*, L. Mill) de las variedades 'Roja Lisa' (pulpa roja) y 'Amarilla Olorosa' (pulpa amarilla) de maduración temprana y tardía, respectivamente. Las plantas recibieron las prácticas de cosecha estándar utilizadas para la producción comercial local, incluido el riego por goteo, la poda de cladodios, el raleo de frutas, la fertirrigación en hileras y el control de plagas de malezas, según fue necesario.

Manejo poscosecha de los frutos. Las tunas de las plantas seleccionadas se cosecharon aleatoriamente en la etapa verde madura alrededor de las plantas y se transportaron al laboratorio donde se trataron con una solución de 1% de cloro y de sulfato de cobre (2.5 ml L^{-1}) después de la eliminación de las espinas. Se formaron tres lotes de tunas: una para el análisis químico en el tiempo de cosecha, mientras que el segundo lote se sometió a almacenamiento a temperatura ambiente (24 ± 1 ºC y 37 ± 8% de humedad relativa durante 35 días); imitando las condiciones utilizadas por los productores comerciales. El otro lote de frutas se almacenó en un cuarto frío (10 ºC y humedad relativa del 95%) por 77 días y 112 días para 'Amarilla Olorosa' y 'Roja Lisa', respectivamente.

Compuestos fenólicos. El jugo se analizó para cuantificar los fenoles solubles totales (FST) (Wolfe *et al*., 2003), flavonoides totales (FT) (Ying y Wan, 2012), y el método de la vainillina se usó para determinar taninos condensados (CT) (Deshpande *et al*., 1985). La detección de TC se llevó a cabo a 500 nm y los resultados se reportaron como mg equivalentes de (+)-catequina por litro (mg EC / L) después de la interpolación en una curva estándar de (+)-catequina.

Evaluación de la capacidad antioxidante. El ensayo de la capacidad antioxidante se determinó por varios métodos: TEAC, expresada como equivalentes de Trolox (Van den Berg *et al.,*1999); ORAC (capacidad de absorbancia del radical oxígeno) con fluoresceína como sonda fluorescente y el dihidrocloruro de 2,2"-azobis(2-amidinopropano) como generador del radical peroxilo (Ou *et al*., 2001). Para el ensayo de eliminación de radicales 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH), la capacidad antioxidante se reportó como µmol Trolox equivalente por g de peso seco de la muestra (µM TE g-1 FW). Finalmente, se determinó la capacidad de reducción férrica del plasma (FRAP) (Benzie y Strain, 1996; Pulido *et al*., 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Compuestos fenólicos. Los cambios en los fenoles solubles totales (FST), favonoides totales (FT) y taninos condensados (TC) para ambos cultivares de tunas se muestran en cuadro 1. La

tuna de los dos cultivares mostró un incremento significativo en FST y FT en la fruta recién almacenada en cuarto frío. Los FST en la fruta 'Roja Lisa' aumentó en un 48% y 82% a temperatura ambiente (TA) y almacenada en cuarto frío (CF), respectivamente, en comparación con los valores observados en la fruta recién cosechada. Los FT mostraron un comportamiento similar (cuadro 1). Los valores correspondientes fueron 38% y 124.5% para la fruta a TA y en CF en relación a los valores para la tuna a TA. Resultados similares se observaron en fruta 'Amarilla Olorosa' en el contenido de FST y FT. Lo contrario ocurrió con el contenido de TC en ambas variedades de tuna a TA y CF (cuadro 1). El aumento de FST y FT podría ser, en parte, debido a la pérdida de masa del fruto (PMF). Sin embargo, el período de almacenamiento y las condiciones pueden haber influido positivamente en estos dos compuestos. Por lo tanto, los resultados sugieren que el bajo déficit de presión de vapor (DPV) asociado con un largo período de almacenamiento puede aumentar el contenido de FST y FT en la fruta en CF sobre el DPV alto en la fruta a TA. Al respecto, Ramírez-Ramos *et al*. (2015) encontraron que la fruta almacenada a TA (20 ºC + 60 o 70 humedad relativa) expresaba el mismo patrón en las variedades de nopal pigmentado y no pigmentado. Por otro lado, los niveles de FST de la tuna recién cosechada fueron similares a los encontrados por Chavez-Santoscoy *et al.* (2009), y menor a los valores registrados por Albano *et al.* (2015). Esta diferencia podría explicarse por el uso de diferentes variedades y etapas de madurez. Los taninos condensados (TC) están asociados con la capacidad antioxidante, el color de los frutos y la astringencia (Chung *et al.,* 1998; Koleckar *et al.*, 2008). La tuna de ambas variedades se cosechó en la etapa verde madura; por lo tanto, la reducción de TC puede estar asociada con una reducción de astringencia en lugar de una pérdida de la actividad antioxidante. Los flavonoides muestran una notable variedad de acción farmacológica que sugiere que los miembros de este grupo afectan la función de las células inflamatorias y previenen las enfermedades cardíacas y el cáncer (Middleton *et al*., 2000).

Cuadro 1. Fenoles solubles totales (FST), flavonoides totales (FT), y taninos condensados (TC) en base húmeda (BH) de dos variedades de tunas recién cosechadas y bajo dos condiciones de almacenamiento.

Condición a evaluar/variedad	FST (mg EAG/100 g BH)	FT (mg EC/100 g BH)	TC (mg EC/100 g BH)
Recién cosechada			
„Roja Lisa‟	9.7 (± 0.1) d	3.1 (± 0.1) f	8.4 (± 0.3) b
„Amarilla Olorosa‟	9.4 (± 0.02) e	4.7 (± 0.5) d	10.3 (± 0.4) a
Almacenada a:			

Temperatura ambiente (24 ◦C y 37% HR por 35 días)			
„Roja Lisa‟	14.3 (± 0.1) c	4.3 (± 0.2) e	4.2 (± 0.3) f
„Amarilla Olorosa‟	14.0 ± 0.1 c	5.6 (± 0.2) c	6.0 (± 0.4) d
Cuarto frío (10 °C y 95% HR)			
„Roja Lisa‟	17.6 (± 0.1) a	7.0 (± 0.2) a	5.7 (± 0.9) e
„Amarilla Olorosa‟	15.6 (± 0.5) b	6.7 (± 0.2) b	6.8 (± 0.5) c

HR: humedad relativa. EAG y EC significan equivalentes de ácido gálico y catequina, respectivamente. „Amarilla Olorosa‟ y „Roja Lisa‟ se almacenaron por 77 y 112 días, respectivamente. Los datos en paréntesis corresponden a la desviación estándar. Las medias en la misma columna con diferentes letras indican diferencia significativa. MSD por prueba de Tukey, $p < 0.05$.

Capacidad antioxidante. La capacidad antioxidante (CA) está relacionada con el contenido de vitaminas, compuestos fenólico y betalaínas en la tuna (Dehbi *et al.*, 2012; Albano *et al.,* 2015). Como puede observarse en el cuadro 2, la CA aumentó con la misma tendencia mostrada por los compuestos fenólicos, lo cual explica la influencia de estos compuestos en la CA de los alimentos. Igualmente, se ha demostrado que el color de la fruta está directamente relacionado con la CA (Albano *et al.,* 2015). Independientemente de las condiciones de almacenamiento, la variedad Roja Lisa presentó una CA más alta que Amarilla Olorosa (cuadro 2). En el presente estudio, la CA incrementó significativamente en las tunas en cuarto frío respecto a las almacenadas a temperatura ambiente (cuadro 2). Por ejemplo, en la tuna Roja Lisa, el TEAC aumentó, en un 95% y un 183% en las frutas a TA y CF, respectivamente, en relación con la fruta a TA (cuadro 2). Este aumento fue notablemente mayor en la tuna Amarilla Olorosa ya que TEAC aumentó en 338% y 350% en las frutas a TA y CF, respectivamente, respecto a la fruta recién cosechada (RC). El comportamiento del TEAC observado en la fruta Roja Lisa y Amarilla Olorosa fue similar en DPPH, FRAP y ORAC (cuadro 2). Esta tendencia fue observada por Ravichandran *et al.* (2011) en betabel. En general, la capacidad antioxidante aumentó ligeramente a baja temperatura (10 ° C), lo que puede estar relacionado con un efecto similar de temperatura y humedad relativa detectada en los compuestos fenólicos (cuadro 1), los cuales aumentaron a 10 °C (CF) en ambas variedades de tunas. De acuerdo a los hallazgos del presente estudio, ambas variedades de tuna mostraron una CA más alta en comparación con las tunas de color púrpura y naranja reportados por Albano *et al.* (2015).

Cuadro 2. Capacidad antioxidante (µmol ET/100 g BH) de dos variedades de tuna recién cosechadas y bajo dos condiciones de almacenamiento.

Condición a evaluar/variedad	TEAC	DPPH	FRAP	ORAC
Recién cosechada				
„Roja Lisa"	882.2 (± 39.4) e	15.5 (± 0.3) d	14.5 (± 1.8) d	703.3 (± 39.7) b
„Amarilla Olorosa"	515.5 (± 17.9) f	6.2 (± 0.5) e	5.9 (± 0.5) e	579.2 (± 48.5) c
Almacenada a:				
Temperatura ambiente (24 ºC y 37% HR por 35 días)				
„Roja lisa"	1723.3 (± 25.5) d	20.8 (± 0.6) b	21.8 (± 1.5) b	788.7 (± 45.9) a
„Amarilla Olorosa"	2259.0 (± 22.9) c	16.3 (± 1.4) cd	15.3 (± 0.4) d	618.7 ± 46.8) c
Cuarto frío (10 ºC y 95% HR)				
„Roja Lisa"	2503.8 (± 85.0) a	30.2 (± 1.7) a	33.9 (± 2.9) a	858.8 (± 24.3) a
„Amarilla Olorosa"	2318.8 (± 27.7) b	17.8 (± 1.2) c	19.4 (± 0.4) c	690.0 (± 14.5) b

„Amarilla Olorosa" y „Roja Lisa" se almacenaron en cuarto frío por 77 y 112 días, respectivamente. Los datos en paréntesis corresponden a la desviación estándar. Las medias en la misma columna con diferentes letras indican diferencia significativa. MSD por prueba de Tukey, $p < 0.05$.

CONCLUSIONES

En el presente estudio se demostró que los compuestos fenólicos (fenólicos solubles totales y flavonoides totales) y la capacidad antioxidante presentaron los valores más altos en la fruta almacenada a 10 °C (CF) en ambas variedades de tuna. Sin embargo, aunque el efecto de la temperatura ambiente fue menor, ambas condiciones de almacenamiento (CF y TA) promueven el aumento de compuestos bioactivos, por lo que puede mejorar algunas propiedades nutracéuticas de la tuna en beneficio de los consumidores, mientras que las frutas se transportan a mercados cortos o distantes.

BIBLIOGRAFÍA

Albano, C., Negro, C., Tommasi, N., Gerardi, C., Mita, G., Miceli, A., De Bellis, L., Blando, F., 2015. Betalains, phenols and antioxidant capacity in cactus pear [Opuntia ficus-indica (L.) Mill.] fruits from Apulia (South Italy) genotypes. Antioxidants, 4, 269-280.

Barbera, G., Carimi, F., Inglese, P., 1992. Past and present role of prickly pear (Opuntia ficus-indica (L.) Miller, Cactaceae) in the agriculture of Sicily. Econ. Bot. 46, 10-22.

Bensadón, S., Hervert-Hernández, D., Sáyago-Ayerdi, S.G,, Goñi, I., 2010. By-products of Opuntia ficus-indica as a source of antioxidant dietary fiber. Plant Foods Hum. Nutr. 65, 210-216.

Benzie, I.F.F., Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. Anal. Biochem. 239, 70–76.

Butera, D., Tesoriere, L., Di Gaudio, F., Bongiorno, A., Allegra, M., Pintaudi, A.M., Kohen, R., Livrea, M.A., 2002. Antioxidant activities of sicilian prickly pear (Opuntia ficus indica) fruit extracts and reducing properties of its betalains: betanin and indicaxanthin. J. Agric. Food Chem. 50, 6895-6901.

Castellar, M.R., Obón, J.M., Fernández-López, J.A., 2006. The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from Opuntia stricta fruits. J. Sci. Food Agric. 88, 122-128.

Cejudo-Bastante, M.J., Chaalal, M., Louaileche, H., Parrado, J., Heredia, F.J., 2014. Betalain profile, phenolic content, and color characterization of different parts and varieties of Opuntia ficus-indica. J. Agric. Food Chem. 62, 491-8499.

Chavez-Santoscoy, R.A., Gutierrez-Uribe, J.A., Serna-Saldívar, S.O., 2009. Phenolic composition, antioxidant capacity and in vitro cancer cell cytotoxicity of nine prickly pear (Opuntia spp.) juices. Plant Foods Hum. Nutr. 64,146-152.

Chung, K.T., Wong, T.Y., Wei, C.I., Huang, Y.W., 1998. Tannins and human health: A review. Critical Rev. Food Sci. Nut. 38, 421-464.

Crisosto, C.H. and Mitchell, F.G. 2002. Postharvest handling systems: small fruits (table grapes, strawberries, kiwifruit). in: Kader, A.A. (Ed.), Postharvest Technology of Horticulaural Crops., Univ. Calif. Div. Agric. Nat. Res., Davis, USA, pp. 357-374.

Deshpande, S. S., Cheryan, M., 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. J. Food Sci. 50, 905-910.

Debhi F., Hasib A., Bouaziz M., Ouatmane A., Elbatal H., Jaouad A., Sayadi, S. 2013. Effects of phenolic compounds and betalain pigments on the antioxidant capacity of Moroccan prickly pear juices. Nature & Technol. 9, 2-7.

Galati, E.M., Mondello, M.R., Giuffrida, D., Dugo, G., Miceli, N., Pergolizzi, S., Taviano, M.F., 2003. Chemical characterization and biological effects of Sicilian Opuntia ficus indica (L.) mill. Fruit juice: Antioxidant and antiulcerogenic activity. J. Agric. Food Chem. 51, 4903–4908.

Fernández-López, J.A., Almela, L., Obón, J.M., Castellar, R., 2010. Determination of antioxidant constituents in cactus pear fruits. Plant Foods Hum. Nutr. 65, 253-259.

Feugang, J.M., Konarski, P., Zou, D., Stintzing, F.C., Zou, C., 2006. Nutritional and medicinal use of cactus pear (Opuntia spp.) cladodes and fruits. Front. BioSci. 11, 2574-2589.

Koleckar, V., Kubikova, K., Rehakova, Z., Kuca, K., Jun, D., Jahodar, L., 2008. Condensed and hydrolysable tannins as antioxidants influencing the health. Mini-Rev. Medicinal Chem. 8, 436-447.

Middleton, Jr. E., Kandaswami, C., Theohardies, T.C., 2000. The effect of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. Pharmacol. Rev. 52, 673-751.

Ou, B. Hampsch Woodill, M. and Prior, R.L. 2001. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. J. Natur. Prodc. 49: 4619-4626.

Pulido, R., Bravo, L., Saura-Calixto, F., 2000. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay. J. Agric. Food Chem. 48, 3396-3402.

Ramírez-Ramos, M., García-Mateos, M.R., Corrales-García, J., Ybarra-Moncada, C., Castillo-González, A.M., 2015. Compuestos antioxidantes en variedades pigmentadas de tuna (Opuntia sp.). Rev. Fitotec. Mex. 38, 349-357.

Ravichandran, K., Saw, N.M.M.T., Mohdaly, A.A.A., Gabr, A.M.M., Kastell, A., Riedel, H., Cai, Z., Knorr, D., Smetanska, I., 2013. Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. Food Res. Int. 50, 670-675.

Sáenz, C., Berger, H., Rodríguez-Félix, A., Galletti, L., Corrales-García, J., Sepúlveda, E., Varnero, M.T., García de Cortázar, V., Cuevas-García, R., Arias, E., Mondragón, C., Higuera, I., Rosell, R., 2013. Agro-industrial utilization of cactus pear. FAO, Rome. Consultado en marzo 2018. http://www.fao.org/docrep/019/a0534e/a0534e.pdf

Tesoriere, L., Fazzari, M., Allegra, M., Livrea, M.A., 2005. Biothiols, taurine, and lipid-soluble antioxidants in the edible pulp of Sicilian cactus pear (Opuntia ficus-indica) fruits and changes of bioactive juice components upon industrial processing. J. Agric. Food Chem. 53, 7851-7855.

Van den Berg, R., Haenen, G. R. M., Van den Berg, H. and Bast, A. 1999. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. Food Chem. 66, 511-517.

Wolfe, K., Wu, X., Liu, R.H., 2003. Antioxidant activity of apple peels. J. Agric. Food Chem. 51, 609–614.

Ying, C., Wan, D., 2012. Quantitative determination of total and individual flavonoids in stems and leaves of Buddleja davidii and Buddleja albiflora. Pharmacogn. Mag.32, 273–279.

AREAS POTENCIALES PARA PRODUCIR COCOTERO DE TEMPORAL EN MÉXICO

[1]Ramírez Jaramillo G., [2]Cortazar Ríos M., [3]Oropeza Salín C, [4]Ramírez Silva J., [5]Balderas Palacios G.

[1,2 y 4]Centro de Investigación Regional Sureste, INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yuc.; Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Calle 43 No. 130 x 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yuc.; [5]Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Carretera Internacional México - Nogales Kilómetro 6, Centro, 63300 Santiago Ixcuintla, Nay.
Autor para correspondencia: ramirez.genovevo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El cocotero *Cocos nucifera* L., es una palma que prospera en las tierras bajas tropicales, y en escala comercial sólo se puede cultivar hasta los 20° de latitud. El cocotero en el mundo ocupaba una superficie de más de 12 millones de hectáreas cosechadas en el 2016 y los países con la mayor superficie y producción son: Filipinas, Indonesia e India que en conjunto cosechan más del 72 % de la superficie mundial y producen más del 80 % de esta oleaginosa, México con sus 123 mil hectáreas solo representa el 1.31 % de la misma y en América Latina solo es superado en cuanto a superficie cosechada por Brasil que tenía 234 mil hectáreas (FAOSTAT, 2016).

La palma de coco es una especie oleaginosa de gran importancia económica y social, no solo por el hecho de ser una fuente de alimentación para muchos países, sino también porque produce materias primas para la industria que elabora aceite de copra, pasta, agua de coco, carbón activado, cosméticos, fibras, materia prima de dulcería, etc., además de que su proceso productivo y de transformación genera miles de empleos cada año.

El incremento en la demanda en el mercado regional, nacional e internacional del aceite de coco y la poca disponibilidad de materia prima en México por lo antiguo de sus plantaciones y los daños provocados por la enfermedad conocida como el amarillamiento letal del cocotero (ALC), ha dado lugar a iniciativas para renovar y aumentar la superficie del cultivo por parte de las autoridades gubernamentales, industriales, empresarios privados y productores del sector social. Ante la situación de escases de una de las materias primas como es el aceite de coco que se utiliza en la industria mexicana y altos precios en el mercado nacional e internacional, se consideró necesario caracterizar el medio físico y los factores naturales del país, para localizar las áreas de cultivo más adecuadas para su producción bajo condiciones de temporal, con el fin

de dar bases para la toma de decisiones hacia donde orientar el fomento de su cultivo en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

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

Determinación de los requerimientos agroecológicos. La distribución de los cultivos en el mundo está marginada por los límites climáticos, por defecto o por exceso de las necesidades vitales para los individuos que conforman los distintos biotipos. Desde que se efectúa la siembra, las plantas están sometidas a las variaciones asincrónicas de los elementos componentes del clima y es el clima el principal factor determinante de la probabilidad de éxito de un cultivo (Ruiz *et al*, 1999).

Las necesidades o requerimientos de los cultivos normalmente se describen por rangos y suelen reportarse por especie e incluso por genotipo. Según los intervalos que se consideren así será el resultado del diagnóstico; entonces, si se toman en cuenta valores óptimos, las áreas potenciales resultantes supondrán la obtención de mejores rendimientos y rentabilidad para el cultivo.

Partiendo de la información revisada se consideraron los siguientes criterios para determinar las áreas potenciales para el cultivo de *C. nucifera* bajo condiciones de temporal, las áreas potenciales óptimas son donde interaccionan todas las variables consideradas como favorables para su desarrollo, subóptimas donde interaccionan características climáticas y edafológicas óptimas y subóptimas y finalmente las no aptas en donde se combinan variables subóptimas con no aptas. (Ramírez, 2006). Además del clima, se consideraron la altitud, el suelo, la temperatura y precipitación media anual para definir las condiciones óptimas, subóptimas y no aptas para su cultivo. (Cuadro 1).

Determinación de las zonas potenciales o regionalización. Para procesar y analizar la información se empleó el software Arc/View versión 3.3., programa desarrollado por la empresa estadounidense ESRI. Con ella se pueden representar datos georreferenciados, analizar las características y patrones de distribución de esos datos y generar informes con los resultados de dichos análisis (ESRI, 1996).

Cuadro 1. Requerimientos Agroecológicos de *Cocos nucifera L*.

Criterio	Unidad	Optima	Subóptima	No Apta
Temperatura Media Anual	°C	25-27	22-24 28-32	Menor de 22 Mayor de 32
Altitud	msnm	0-200	201 - 500	Mayor de 500
Precipitación Media Anual	mm	1500 a 2000	< de 1000 a 1500 > de 2000 a 3000	Menor de 1000 Mayor de 3000
Suelo	Tipo	Fluvisoles Luvisoles Nitisoles Regosol eútrico	Regosol calcárico Cambisoles	Gleysoles Vertisoles Solonchak‟s Leptosoles
Textura	Tipo	Media	Ligera	Pesada
Profundidad	m	Mayor de 1	1 a 0.5	Menor de 50
pH	Coeficiente	6 a 7	5.5 a 5.9 7.1 a 8.0	Menor de 5.5 Mayor de 8.0
Meses secos	Meses	Menos de 2	2 a 3	Más de 3
Drenaje	Tipo	Excelente a bueno	Medio	Deficiente

Fuente: Elaboración propia con base de datos de Ecocrop/FAO y consulta con expertos en el cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a las áreas potenciales para el desarrollo del cultivo del cocotero en un estudio realizado para la planeación nacional agrícola 2017-2030 se plantean 16 regiones con potencial para esta oleaginosa y 7 regiones estratégicas distribuidas principalmente en el Golfo de México y la península de Yucatán con mas de 15 millones de hectáreas con mediano y alto potencial (SAGARPA, 2017). En el trabajo planteado, las zonas de óptimo ó alto potencial se localizan principalmente en los estados del Pacífico como son: Nayarit, Sur de Sinaloa, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; no obstante, existen algunas áreas importantes en la región del Golfo de México en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche, en donde predominan las áreas de subóptimo potencial (Figuras 1 y 2).

Los 15 millones de hectáreas propuestos en el estudio realizado por SAGARPA en 2017 como superficie potencial para el cultivo del cocotero, desafortunadamente no específica los criterios para su determinación; sin embargo, se observo que la distribución de las áreas potenciales abarcan extensiones de suelos con problemas de drenaje como los de Campeche y Tabasco en donde el coco no prospera, así como también regiones como el norte de Sinaloa y Sonora en el

Pacifico y norte de Veracruz y Tamaulipas en donde las temperaturas, suelos y precipitaciones son una limitante para su desarrollo.

En el presente estudio si bien no se determinaron millones de hectáreas, con la superficie de potencial óptimo y subóptimo que representan mas de 551,033 ha es factible incrementar por una parte la superficie actual y por otra el rendimiento medio por hectárea, de tal forma que en caso de orientar los apoyos hacia las áreas potenciales con un rendimiento conservador de 2.0 t ha^{-1} de copra se obtendrian mas de 1 millon de t del producto, lo que supera en 100 % al rendimiento actual que es de 1.0 t ha^{-1} y se incrementaria hasta 10 veces el 100 % la producción.

En el presente trabajo se define como región estratégica para la producción de cocotero y en específico de copra de temporal, a la zona del Pacífico y sobre todo el área que comprende los estados de Nayarit, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas y en menor medida los estados de Veracaruz,Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

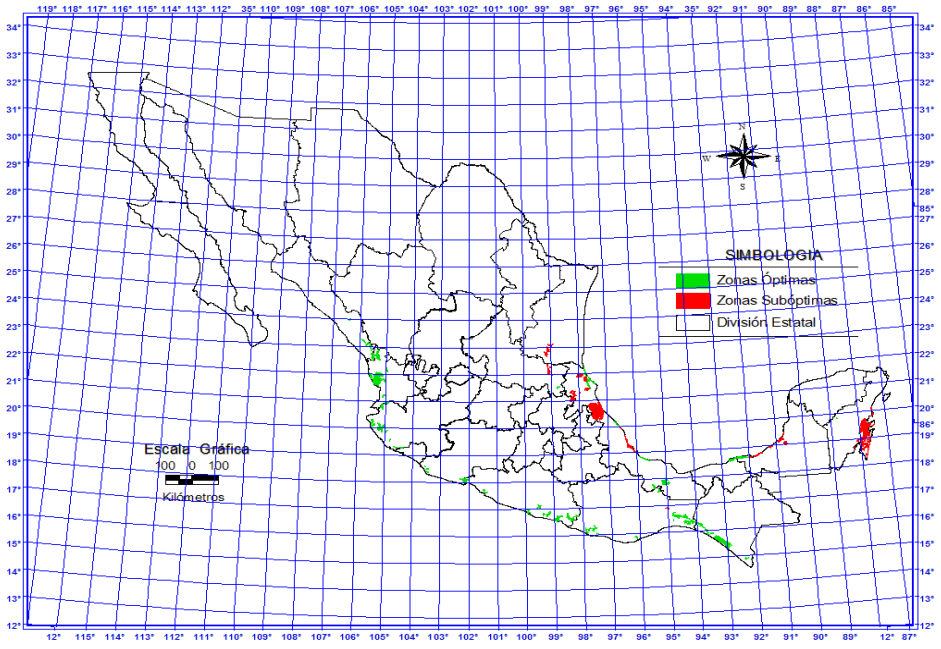


Figura 1. Distribución de las áreas potenciales para el cultivo de cocotero de temporal.

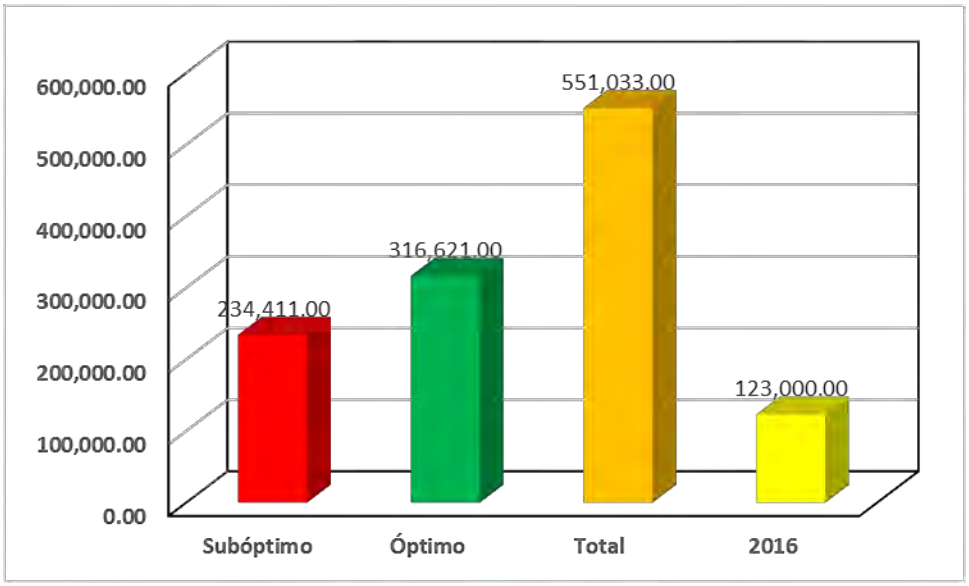


Figura 2. Superficies potenciales para el cultivo de cocotero de temporal.

CONCLUSIONES

1. Existen condiciones agroecológicas óptimas para producir cocotero de temporal y mejorar su productividad en México.

2. Las zonas más apropiadas para producir cocotero de temporal se localizan principalmente en los estados que colindan con el Océano Pacífico como Chiapas, Oaxaca y Guerrero; en el Golfo de México los estados de Veracruz, Campeche y Tabasco.

3. El tipo de suelo y la precipitación son factores determinantes en la definición de zonas de óptimo y subóptima potencial de cocotero bajo condiciones de temporal.

4. Los rendimientos para producir copra en México bajo condiciones temporal son factibles de mejorar si se ubican las zonas productivas en las regiones de alto potencial y se aplica la tecnología generada actualmente por las instituciones de investigación.

BIBLIOGRAFIA

ESRI. 1996. ArcView GIS. The Geographic Information System for Everyone. USA.

FAO, 1993. Ecocrop, Requerimientos ecológicos de las especies vegetales, base de datos. Roma, Italia.

Ramírez J, G. *et al*. 2006. Estudio Estratégico de la Cadena Agroindustrial Chile Habanero. CD interactivo. INIFAP - ENPRODAY. Campo Experimental Mocochá. Mocochá, Yucatán.

Ruiz, C. J. A. *et al*. 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Libro Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. INIFAP. SAGAR. Guadalajara, Jalisco. México.

SAGARPA, 2017. Palma de Coco Mexicana, en cuadernillos de Planeación Agrícola 2017-2030.Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca. Cd. de México, México. 11 p.

EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ ROJA EN EL RENDIMIENTO Y CALIBRE DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Alejandro Rodríguez Guillén[1*]; Enrique González Pérez[2]; Salvador Villalobos Reyes[2]

[1]Investigador de Uso y Manejo de Agua y Suelo en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ); [2]Investigador de Horticultura Protegida en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ).
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
*rodriguez.alejandro@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La reducción en la productividad de los suelos es un problema que se debe principalmente a su deterioro físico, químico y biológico lo cual, a su vez, está directamente asociado a la reducción de su contenido de materia orgánica: Degradación de los suelos por un empobrecimiento de nutrientes lento pero progresivo; suelos que fueron ricos y productivos y que por un mal manejo de los rastrojos y de los aportes de nutrientes pierden su productividad y potencial de generar riqueza. Además del uso excesivo de los fertilizantes químicos (más de 180 millones de toneladas en el mundo en 2015, y con una demanda que aumenta cada año), estos productos sintéticos presentan baja eficiencia (menor al 50%) en el proceso de aplicación hasta su asimilación por los cultivos.

De manera colateral, los fertilizantes que no son absorbidos por las plantas producen un impacto ambiental adverso y, en especial, por su efecto sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas (contaminación por nitratos de los mantos acuíferos usados como suministros de agua potable, contaminación química arrastre y acumulación de sedimentos y eutrofización por fósforo en ecosistemas acuáticos, ensalitramiento del suelo por uso excesivo y continuo, quemaduras en las plantas por aplicación inadecuada, infertilidad de suelos ácidos al incrementar su acidez por usar productos de efecto residual ácido o por la extracción excesiva de calcio y magnesio de los cultivos, emisión de gases de efecto invernadero por volatilización y desnitrificación microbiológica, entre otros.

La interpretación del concepto biofertilizante es muy amplia, pues se incluye desde la inoculación con microorganismos, el uso abonos verdes y estiércoles, de extractos de plantas y de compostas hasta el empleo de lixiviados de lombriz. De manera sintetizada, se puede decir que son productos orgánicos que contienen microorganismos, los cuales al ser inoculados pueden vivir asociados o en simbiosis con las plantas, a las que le ayudan a su protección, nutrición, crecimiento y producción (Vessey, 2003). Estos microorganismos se encuentran de

forma natural en el suelo y abarcan diversos grupos; sin embargo, su población es afectada en cantidad y diversidad por el manejo de suelo y uso excesivo de agroquímicos (Grageda-Cabrera *et al*., 2003).

El uso de biofertilizantes preparados con microorganismos, ya sea aplicados al suelo y/o directamente a las plantas, con el fin de complementar y/o sustituir parcial o totalmente a la fertilización sintética es una alternativa para disminuir los anteriores problemas. Los biofertilizantes son más baratos de producir que los fertilizantes químiocs y eso permite que su precio sea más bajo y, por lo tanto, se reducen los costos de producción. En términos generales, se puede decir que los biofertilizantes tienen un costo para el productor de sólo 10% del costo de la fertilización química, y en la mayoría de los casos no debe representar más del 2 a 3% del costo de producción del cultivo. Además, el uso de los biofertilizantes permite aumentar en la mayoría de los casos, el rendimiento. Al reducir o eliminar el uso de los fertilizantes sintéticos, la productividad y la rentabilidad también son mayores. Los resultados han mostrado que cuando se aplicaron biofertilizantes los rendimientos pueden incrementar en un 62% respecto al testigo absoluto y en un 30% con relación a la aplicación de fertilizantes sintéticos (Aguirre-Medina, 2004).

El 90% de los productores en invernadero de Guanajuato produce directamente en suelo y más del 50% de ellos está convencido de la necesidad de utilizar abonos orgánicos y biofertilizantes líquidos para complementar las necesidades de nutrimentos de sus cultivos y, sobre todo, para promover el establecimiento de un equilibrio biológico para con el fin de reducir el uso de los productos químicos en el manejo de plagas y enfermedades de la raíz causadas por patógenos nativos del suelo. Actualmente, muchos horticultores orgánicos se han interesado en elaborar sus propios extractos de composta porque en el mercado existen poca disponibilidad de productos enfocados a la supresión de enfermedades y, los que hay, son muy costosos. La importancia del uso de los abonos orgánicos radica no solo como fuente de nutrientes, sino además de múltiples ventajas en el mejoramiento de la fertilidad física y biológica del suelo. Por otra parte, además del acelerado incremento en el costo de los fertilizantes sintéticos (que se ha triplicado en la última década), se agrega la reducción de la productividad de los suelos debido principalmente a su deterioro físico, químico y biológico que, a su vez, está directamente asociado a la reducción de su contenido de materia orgánica.

Las plantas necesitan un mínimo de 16 elementos minerales para cubrir sus requerimientos nutricionales en diferentes proporciones, la deficiencia de cualquiera de estos elementos minerales reduce el crecimiento de las plantas alterando sus procesos fisiológicos provocando una disminución en el rendimiento del cultivo. En la producción de cultivos en suelo este es el principal almacén de elementos minerales de donde las plantas adquieren los nutrientes de la solución de suelo. La producción de cultivos a menudo está limitada por la baja disponibilidad de los nutrimentos presentes en el suelo. Por lo que es de vital importancia restituir los niveles de los nutrimentos en el suelo, esto se logra incorporando materiales con una determinada concentración de uno a más elementos nutritivos para la planta, ya sea de origen convencional (fertilizantes químicos) u orgánicos (estiércoles, compostas, lixiviados, extractos, etc.).

El rendimiento es una característica que se encuentra estrechamente ligada al manejo de la nutrición a lo largo del ciclo del cultivo, la cantidad y proporción de nutrientes aportados ya sea del suelo o de los fertilizantes debe ser la adecuada para cumplir con el requerimiento del cultivo, además se debe considerar que cada elemento tiene una función en cada una de las etapas fenológicas del cultivo por lo cual se debe poner especial atención en la época que se suministra cada uno de los nutrientes. En la producción de tomate bajo condiciones de invernadero se utiliza la solución nutritiva como forma de suministrar los nutrientes a lo largo del ciclo, principalmente está basada en el principio de la solución universal de Steiner. El monitoreo de la condición nutrimental de un cultivo permite optimizar el uso de los insumos para el suministro de nutrientes, para ello existen diferentes técnicas de diagnóstico (Extracto celular de peciolo, pasta saturada, análisis foliar, análisis de suelo, etc.) que nos permiten tomar decisiones sobre el manejo nutricional de forma concisa y oportuna.

Debido a ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de lixiviados de lombriz en el programa de fertilización sobre el rendimiento y calibre de fruto en tomate producido en invernadero en Guanajuato.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de esta tecnología consistió en dos fases: Primero, en obtener un biofertilizante líquido de lixiviado de lombriz roja, rico en nutrimentos y microorganismos benéficos, que fuera de bajo costo y, segundo, en evaluar la tecnología en las etapas de su validación en campo, transferencia a los productores y adopción por parte de ellos.

El proceso de composteo comienza por la formación de montículos del material por descomponer, donde empieza la fase mesófila (multiplicación de microorganismos mesófílos y aumento de la temperatura del material hasta cerca de los 40 ^{o}C); sigue la fase termófila (presencia de microorganismos termófilos por aumento de la temperatura hasta los 60 ^{o}C; eliminación de microorganismos patógenos) y, finalmente, de enfriamento (etapa de maduración, donde se estabiliza la temperatura y reaparecen los organismos termófilos y mesófilos). Una vez transformado en humus, el producto final del compostaje da lugar a un abono de altísima calidad (Porta *et al*., 1994; Romero, 2000). Los factores más importantes en el proceso biológico de maduración del compostaje son la temperatura, la humedad, la acidez-alcalinidad (pH), la aireación, la relación C:N, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la población microbiana y la presencia de microorganismos patógenos.

En la primera fase, se realizó el composteo de una mezcla de residuos de 80% de estiércol de bovino + 10% de tomate + 5% de cebolla + 5% de calabacita (Proporción 4:1), humedecidos al 70% de humedad gravimétrica y cubiertos con una película plástica transparente durante un periodo de cuatro semanas. Este material previamente composteado se proporcionó durante 60 días como sustrato para la lombriz roja de California, la cual se mantuvo en camas con un volumen de 6.5 m^{3} (1.5 m de largo x 1.5 m de ancho x 0.3 m de profundidad). La lombriz actúa mejorando y acelerando el proceso de degradación de la mezcla de residuos orgánicos (vegetales y animales). La humedad del sustrato con lombriz se mantuvo a un 80% de humedad gravimétrica y, para obtener el producto a evaluar, una vez por semana, se aplicó agua a saturación para provocar el drenado del lixiviado, del cual se empezó a colectar alrededor de los 30 días, entre 40 a 60 L por semana.

Los tratamientos evaluados consistieron la aplicación de lixiviados de lombriz roja en el programa de fertilización para determinar su efecto en el rendimiento de tomate tipo bola y tipo saladette. Además, la solución nutritiva propuesta por Steiner en 1986, a un pH de 6.5 y cuya composición se presenta en el Cuadro 1, se comparó contra esa misma solución, modificando la conductividad eléctrica requerida para cada etapa del cultivo (K), pero sin cambiar las relaciones entre los aniones y cationes que plantea originalmente este balance.

Para la evaluación en campo de los tratamientos y el correspondiente análisis estadístico de los resultados se utilizó un diseño experimental de bloques al azar ($Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + e_{ij}$), con 4

repeticiones. En total fueron 4 tratamientos, con 4 repeticiones cada uno, lo que dió lugar a un total de 16 unidades experimentales. Cada unidad estuvo constituida por dos hileras de plantas, establecidas en camas separadas a 1.8 m. La distancia entre hileras fue de 20 cm y la separación entre plantas de 40 cm, en un arreglo a tresbolillo. La densidad de población final establecida fue de 2.7 plantas m^{-2}.

Cuadro 1. Solución nutritiva propuesta por Steiner en 1986.

Concentración del nutrimento, en meq L^{-1}					
K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}
7	9	4	12	1	7

Solución nutritiva modificada (SNM): Estuvo basada en la solución de Steiner, pero modificada con la aplicación semanal de 50 L de lixiviado de lombriz durante el ciclo de producción. El período de aplicación comprendió un período de los 8 hasta los 210 días después del trasplante (ddt).

Además, se realizó un análisis químico del lixiviado de lombriz para determinar su calidad nutrimental, en el cual se obtuvo la concentración siguiente: Nitrógeno (0.4%), fósforo (0.04%), potasio (0.03%), calcio (0.06%), magnesio (0.05%), sodio (0.01%), hierro (65 ppm), zinc (11 ppm), manganeso (4 ppm), cobre (2.5 ppm) y boro (26 ppm).

Variables de planta evaluadas

Rendimiento (kg/m^2): Constituyó el rendimiento sumado semanalmente, obtenido de 1 m^2 de superficie.

Rendimiento por planta (kg/planta): Constituyó el rendimiento sumado semanalmente, obtenido de una planta.

$$R = \{[(\Sigma \text{ ren sem}) / \text{No. plantas}] / 1000\}$$

Dónde:
R = Rendimiento total por planta (kg).
Σ ren sem = Sumatoria del rendimiento semanal (g).
D P = Densidad de población de plantas.
No. Plantas = Total de plantas a considerar en la cosecha.
1000 = factor de conversión de g a kg

Porcentaje de frutos chicos, medianos, grandes y extragrandes (%): Se refiere al porcentaje medio del fruto cosechado semanalmente de los calibres chico, mediano, grande y extragrande, respectivamente, obtenidos del peso de total de los frutos de cada calibre correspondiente, cosechados entre el peso de total de los frutos cosechados por semana y multiplicado por 100.

% ch, med, gde, eg = (peso frutos chicos, medianos, grandes y extragrandes, respetivamente/peso total semanal) * 100

Porcentaje de frutos rezaga (%): Se refiere al porcentaje medio del fruto cosechado semanalmente de calibre rezaga, obtenido del peso de total de los frutos de rezaga cosechados entre el peso de total de los frutos cosechados por semana y multiplicado por 100.

% rez = (peso frutos rezaga/peso total semanal) * 100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de esta tecnología pasó por todo el proceso formal de evaluación: Desde la fase de generación, validación, transferencia y, finalmente, la fase de adopción por parte de los productores.

Durante la etapa de validación de la tecnología se logró un ahorro de 20% de la cantidad de fertilizante empleado durante el ciclo del cultivo de pepino, lo que representó un valor medio en la reducción de costos de producción del 8% por concepto de fertilización. El rendimiento alcanzado fue de 18 kg m^{-2}, mientras que con el uso de fertilizantes convencionales se obtuvo 16 kg m^2. Adicionalmente, se mejoraron las características de resistencia mecánica, porosidad, pH y presencia de microorganismos benéficos del suelo. La validación se realizó en el invernadero del programa de hortalizas de INIFAP-CEBAJ y en una unidad piloto ubicada en la comunidad de Cortazar, Gto., donde se produjo pepino americano de marzo a junio del 2016. La forma en que los microorganismos introducidos, provenientes del lixiviado de composta, puede suprimir algunas enfermedades no deseadas o mejorar el crecimiento de la planta depende de muchos factores, entre ellos las especies de plantas, la calidad de la composta, el método de extracción y las condiciones de crecimiento. Los beneficios para el crecimiento podrían provenir de las sustancias producidas en los lixiviados de composta durante el proceso de fermentación o de los subproductos producidos por los microorganismos.

La etapa de transferencia de la tecnología se realizó en un invernadero comercial ubicado en San Lorenzo, Tarandacuao, Gto. Para ello, se estableció el cultivo de pepino cv. Centauro, el 24 de abril de 2017. En cinco naves del invernadero se aplicó un biofertilizante obtenido de extracto de composta, y en dos naves se aplicó una mezcla de micronutrimentos quelatados

(DTPA) a una dosis de 2 kg ha^{-1} $semana^{-1}$. Durante 70 días de cosecha se obtuvo un rendimiento de 22 kg m^{-2} con la aplicación del biofertilizante líquido, mientras que en las naves donde se aplicó el testigo, el rendimiento fue de 19 kg ha^{-1}. Además del mayor rendimiento, con la aplicación del biofertilizante se redujo 50% la cantidad de aplicaciones para el control de enfermedades de la raíz, causadas por patógenos nativos del suelo. Koné *et al*. (2010) señalan que las propiedades físicas y químicas de los nutrientes en el extracto de composta podrían mejorar el estado nutricional de las plantas. También se ha demostrado que estos preparados pueden ayudar a combatir el mildiu polvoso (*Uncinula necator*) en vid, utilizarse en invernaderos para el control de hongos del suelo, reducir la incidencia de *Phytopthora infestans* en papa y tomate, y *Botrytis cinerea* en frijol y fresa, y para combatir *Venturia inaequalis* en manzano (Larco, 2004).

En el análisis químico realizado al lixiviado de lombriz para determinar su calidad nutrimental, se obtuvo la concentración siguiente: Nitrógeno (0.4%), fósforo (0.04%), potasio (0.03%), calcio (0.06%), magnesio (0.05%), sodio (0.01%), hierro (65 ppm), zinc (11 ppm), manganeso (4 ppm), cobre (2.5 ppm) y boro (26 ppm).

Por sus bajos niveles de nutriementos, el lixiviado de lombriz no se debe considerar un fertilizante, sino solamente como un complemento nutrimental, ya sea de aplicación foliar o en el agua de riego a los cultivos, o para remojar el pie del tallo en las plántulas de vivero o de plantas que ya se encuentren establecidas. Debido a lo anterior, es conveniente incrementar la dosis del lixiviado que se incorpore al manejo con la solución nutritiva concentrada para poder propiciar una respuesta positiva en el rendimiento y calibre de fruto de tomate.

Respecto al factor de fertilización, con la SNM añadiendo de 50 L de lixiviado de lombriz se obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) tanto en el rendimiento por planta (9.92 kg $planta^{-1}$) como en rendimiento unitario (27.45 kg m^{-2}) en comparación con el la Solución nutritiva completa de Steiner (sin lixiviado de lombriz), el cual alcanzó 8.87 kg $planta^{-1}$ y 24.86 kg m^{-2}), respectivamente (Cuadro 2).

En el factor de tipo de fruto, el rendimiento de tomate saladette superó significativamente ($P \leq 0.01$) los rendimientos del tipo bola: 10.17 contra 9.77 kg $planta^{-1}$ kg m^{-2} y 26.99 contra 25.45 kg m^{-2} en rendimiento unitario, respectivamente (Cuadro 2). En este estudio se pudo observar

una mayor respuesta genética y/o de adaptación por el tipo de tomate, ya que el saladette respondió mejor al manejo de la nutrición que el tipo bola.

Cuadro 2. Rendimientos de fruto por efecto de la inclusión del lixiviado de lombriz roja en los tipos de tomate bola y saladette.

Factores	Rendimiento kg m^{-2}	Rendimiento por superficie kg m^{-2}	Rendimiento por planta kg $planta^{-1}$
Fertilización			
SNC*	26.05 b	24.86 b	8.87 b
SNM2	28.36 a	27.45 a	9.92 a
DMS	1.22	1.19	0.62
Tipo de fruto			
Bola	27.45 b	25.45 b	9.77 a
Saladette	29.09 a	26.99 a	10.17 a
DMS	1.34	1.41	0.55

*SNC: Solución nutritiva completa, SNM: Solución nutritiva modificada. DMS: Diferencia mínima significativa.

En cuanto al calibre de frutos, también se tuvieron diferencias significativas (P≤0.01) por efecto de la fertilización con la adición de 50 L de lixiviado de composta (SNM) en los porcentajes de los tipos de tomate tamaño grande (34.2%) y extragrande (28.6%) en comparación con la solución nutritiva concentrada, que alcanzó valores de 27.1% y 23.2%, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la inclusión del lixiviado de lombriz en el calibre de frutos de tomate bola y saladette.

Factores	% fruto chico	% fruto mediano	% fruto grande	% fruto extragrande	% fruto rezaga
Fertilización					
SNC	10.45 b	20.10 b	27.06 b	23.18 ab	2.25 a
SNM	11.44 b	26.21 ab	34.18 a	28.59 a	2.35 a
DMS	3.11	4.16	4.84	6.10	1.12
Variedad					
Bola	13.36 b	30.24 a	26.55 b	24.32 b	2.64 ab
Saladette	20.22 a	28.20 a	29.32 ab	25.11 b	2.21 b
DMS	6.90	5.28	6.12	6.26	1.52

*SNC: Solución nutritiva completa, SNM: Solución nutritiva modificada. DMS: Diferencia mínima significativa.

Finalmente, también hubo diferencias en el calibre de fruto por el tipo de tomate, pero solamente en el porcentaje de frutos chicos, ya que el saladette superó significativamente

(P≤0.01) al tipo bola con valores de 20.22% contra 13.36%, respectivamente. Mientras que los porcentajes de los calibres mediano (28.20 y 30.24%) y extragrande (25.11 y 24.32%) fueron estadísticamente iguales entre sí, respectivamente.

CONCLUSIONES

La inclusión de 50 L de lixiviado de lombriz en el programa de fertilización con la solución nutritiva concentrada de Steiner produjo un efecto significativo en los rendimientos de tomate, tanto por planta como por superficie. También hubo efecto significativo del volumen de lixiviado sobre el rendimiento de los tipos de tomate, donde saladette respondió mejor.

Además, hubo un efecto significativo del volumen de lixiviado evaluado en el programa de fertilización con la solución nutritiva concentrada de Steiner en el calibre del fruto, pero principalmente en el tamaño chico del tomate tipo saladette.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre-Medina, J. F. 2004. Biofertilizantes microbianos: antecedentes del programa y resultados de validación en México. Simposio de biofertilización “La biofertilización como tecnología sostenible”. Memoria.

Grageda-Cabrera, O. A., Mora, M., Castellanos, R. J. Z., Follet, R. F., and Peña-Cabriales, J. J. 2003. Fertilizer nitrogen recovery under different tillage treatments and cropping sequences in a vertisol in central México. IAEA-TECDOC. 1354:39-55.

Koné S.B.; A. Dionne; R.J. Tweddell; H. Antoun; T.J. Avis. 2010. Suppressive effect of non-aerated compost teas on foliar fungal pathogens of tomato. Biol. Control. 2010(52):167–173. doi: 10.1016/j.biocontrol.2009.10.018.

Larco, E. 2004. Preparaciójn de lixiviados de compost y lombricompost. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa Rica. No. 73:79-82.

Oscar Arath Grageda-Cabrera[1]§, Arturo Díaz-Franco[1], Juan José Peña-Cabriales[2] y José Antonio Vera-Nuñez[2]. 2012. Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 3 Núm.6 (1 de noviembre - 31 de diciembre, 2012) p. 1261-1274.

Porta, J.; M. López-Acevedo; C. Roquero. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid, ES, Mundi-Prensa. 807 p.

Romero, M.R. 2000. Lombricultura y agricultura sustentable: Agricultura orgánica. Elaboración y aplicación de abonos orgánicos. México, DF, MX. p. 125-134.

Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255:571-586.

EFECTO DE UNA MANTA TÉRMICA DE POLIPROPILENO COMO DOBLE CUBIERTA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO INVERNADERO

Alejandro Rodríguez Guillén[1*]; Enrique González Pérez[2]; Salvador Villalobos Reyes[2]

[1]Investigador de Uso y Manejo de Agua y Suelo en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ); [2]Investigador de Horticultura Protegida en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ).
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
* rodriguez.alejandro@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El uso de mantas de polipropileno (PP) no es nuevo, pues se emplean desde hace varias décadas en forma de cubiertas temporales flotantes para proteger los cultivos del frío, escarchas y heladas invernales, así como una barrera contra insectos vectores de enfermedades causadas por virus y para minimizar las pérdidas en cultivos hortícolas a cielo abierto. Sin embargo, lo que sí es más reciente e innovador es el enfoque para aprovechar las características de térmicas del material dentro de los invernaderos formando un doble techo, con el propósito de aumentar la temperatura del aire en invierno para reducir los costos de calefacción y, a la vez, para disminuir las altas temperatura durante el verano.

La manta de polipropileno, conocida también como manta térmica o agrotextil, es un material sintético de tela no tejida, ultraligera y resistente que, sin interferir con el crecimiento de las plantas, permite el paso de la luz solar, el aire y el agua. Por sus características crea un efecto de microclima, el cual conserva mayor humedad y temperatura bajo la cubierta, de tal forma que favorece el desarrollo del cultivo, logrando incrementos en calidad y rendimiento. En climas templados o fríos, la cubierta de polipropileno protege al cultivo de heladas (Iannotti, 2009), al mismo tiempo que adelanta su desarrollo; es decir, le proporciona mayor precocidad al cultivo. Es importante considerar que es una barrera física que impide el acceso de los insectos plaga que pueden dañar al cultivo, incluyendo aquellos que, como la mosca blanca, paratrioza, pulgones y otros áfidos, le pueden transmitir enfermedades causadas por virus y fitoplasmas.

El uso comercial más conocido del producto es en forma de cubiertas flotantes, llamadas así porque se colocan sobre el cultivo, siendo lo suficientemente ligeras para descansar en las plantas y se emplean para disminuir un poco la radiación solar y para aislar a los cultivos, durante alguna temporada, de insectos vectores de virus y fitoplasmas y, de esa manera, mantener por más tiempo a los cultivos libres de enfermedades, principalmente durante los meses cálidos del período de crecimiento (Iannotti, 2009).

Desde hace varias décadas se menciona el uso de cubiertas temporales flotantes para excluir insectos vectores como una alternativa para retardar la infección por virus y para minimizar las pérdidas en cultivos hortícolas (Orozco-Santos *et al*., 1995) así como para optimizar el ambiente para el desarrollo del cultivo aumentando las temperaturas del aire y del suelo y reduciendo el daño por vientos (Hotchmuth *et al*., 2000). Sin embargo, el enfoque para aprovechar las características de termicidad del material sí es más reciente. Originalmente el uso de cubiertas temporales tenía como finalidad incrementar la temperatura del aire en áreas donde las bajas temperaturas impedían el establecimiento temprano del cultivo, de tal manera que aumentaban las posibilidades de capitalizarse los productores al obtener mejores precios al llegar anticipadamente al mercado (Dickerson, 2004), particularmente en el caso de la fresa (Wallace and Webb, 2012).

Parece haber un efecto muy importante del microclima prevaleciente durante el periodo de cubrimiento. Bustamante *et al*. (1999) reportan que la cubierta de manta térmica generó condiciones microclimáticas más favorables a tomate durante primavera y verano, expresadas como temperaturas más bajas, humedad relativa más alta y, por tanto, menor déficit de presión de vapor (DPV), en comparación con las condiciones de intemperie: No hubo efecto invernadero. En este mismo estudio se reportaron graves afectaciones en la fisiología de las plantas cultivadas a la intemperie.

En cultivos sensibles a las bajas temperaturas, como tomate y pimiento, el efecto invernadero de la cubierta temporal es el responsable de resultados inconsistentes. En cambio, en cultivos más tolerantes al calor, como melón y otras cucurbitáceas, los resultados positivos de la cubierta son más consistentes (Reiners *et al*., 1997; Ibarra-Jiménez *et al*., 2004). Sin embargo, una de las ventajas de esta nueva modalidad es que la malla térmica de polipropileno actúa principalmente para proteger al cultivo de bajas temperatura durante los meses fríos del año, lo cual permite ahorros significativos en el uso de energía para calefacción bajo condiciones protegidas (Hotchmuth *et al*., 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un invernadero comercial ubicado a 4.5 km de la carretera Celaya-San José de Guanajuato, Gto., con el objetivo de evaluar una manta térmica de polipropileno usada como doble cubierta y su efecto en las condiciones microclimáticas, así como en el rendimiento y calidad de tomate en Guanajuato.

La manta térmica evaluada está fabricada de polipropileno (PP) de color blanco, la cual no está tejida, permitiendo el paso de 20 a 24% de aire y 90% de luz, está tratada contra rayos ultravioleta (UV) y es sumamente ligera (densidad de 17 g m^{-2}). Su uso se recomienda para el control tanto biológico como térmico de los cultivos dentro de los invernaderos y al aire libre. Se instaló sobre el alambre galvanizado del tutoreo a una altura de 3.5 m a partir del suelo, cubriendo una superficie de 180 m^2 (Figura 1). Los tramos se unieron mediante grapas normales para cerrar herméticamente, cubriendo con suelo algunas partes de los bordes laterales de la manta para favorecer su efecto sobre el cultivo en cuanto a protección contra insectos vectores y mantener las condiciones del microclima, principalmente de temperatura y de humedad relativa para las plantas. La manta térmica se mantuvo en esta posición hasta finalizar el ciclo del cultivo.

En el cultivo se midió la fenología, el rendimiento del cultivo y el tamaño de frutos. Pascaline es un híbrido tipo bola de color rojo brillante, con predominio de frutos en forma de globo, aplanados, grandes, firmes, de buena calidad y con una excelente capacidad para el transporte a largas distancias. Posee tolerancia a enfermedades: V, F1, F2, For, TMV, ToMV y M. Se adapta ampliamente tanto a cultivo de invernadero pasivo como a campo abierto. Ofrece un fácil amarre, rendimientos tempranos y buen rendimiento total.

Con dos medidores Hobo provistos con un dispositivo de almacenamiento de datos (Onset Computer Corporation, USA), que se colocaron a 35 cm debajo del cableado de tutoreo, se registró cada hora durante 135 días la temperatura, la humedad relativa y la luminosidad dentro y fuera de la manta térmica.

Una vez plantado se llevó a cabo la selección de diez plantas con competencia total por cada cama. Después de seleccionar y marcar las plantas se realizaron muestreos de las mismas cada ocho días, midiendo las siguientes variables: Diámetro del tallo, cantidad de hojas por planta, cantidad de frutos por racimo, peso de fruto y rendimiento unitario.

Figura 1. Vistas inicial y final de instalación de la manta térmica dentro del invernadero.

Después del trasplante se aplicó un producto en el riego para inducir el enraizamiento de la plántula; los insecticidas Bifentrina para prevención y control de mosquita blanca *Bemisia tabaci* e Imidacloprid, así como los fungicidas Propamocarb en el riego y Carbendazim al tallo para prevenir enfermedades radicales.

La fertilización y los riegos se realizaron con cinta de goteo, desde el trasplante hasta el final del ciclo y, para tener un mejor control sobre la nutrición del cultivo, en cada una de las camas se colocaron dos tubos de acceso a la solución del suelo, de los cuales se obtuvieron muestras semanalmente que fueron analizadas en el Campo Experimental Bajío (INIFAP). Se evaluó el estado nutricional de las plantas cada siete días, muestreando la hoja más recientemente madura (HMRM), dentro como fuera de la manta térmica, para su correspondiente análisis de tejido foliar. Durante todo el ciclo se fertilizó con solución nutritiva preparada con ácido fosfórico (Tanque 1), nitrato de potasio, nitrato de calcio y fosfonitrito (Tanque 2), sulfato de potasio, sulfato de magnesio, fosfato mono potásico, nitrato de magnesio y cloruro de potasio (Tanque 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la cubierta sobre las variables climáticas se contrastó gráficamente, considerando un periodo de cubierta de 135 días a partir de que se instaló la manta térmica sobre el cultivo. En este ensayo los primeros frutos se cosecharon el 6 de octubre, alrededor de 80 días después del trasplante (ddt). La cosecha se realizó por cama individual y se contabilizó el total de frutos obtenidos en cada una de las mismas; posteriormente, las cajas se llevaron a la sala

de empaque donde se seleccionaron y empacaron los frutos para su comercialización a la central de abastos de México.

En relación a la temperatura media diaria, se observó que la temperatura siempre fue mayor dentro de la manta térmica que fuera de ella, lo que varió fue la magnitud (Figura 2): De los 92 días que se tomaron datos, en 40 de ellos (43.5%) la temperatura interior se mantuvo por arriba en el rango de 0.5 a 0.9 °C y, en otros 26 días (28.3%), la diferencia de temperatura entre ambas condiciones fue de 1.0 a 1.4 °C más alta dentro de la manta térmica. Autores como Wells y Loy (1985) sugieren que se debe quitar la manta térmica cuando se alcanzan temperaturas de 30 a 32 °C, lo que ocurre durante primavera y verano. Mientras que Wolfe *et al*. (1989) mencionan que temperaturas del aire superiores a 35 °C son restrictivas para el tomate, y que temperaturas por arriba de 40 °C se han asociado con mermas del rendimiento en los primeros cortes.

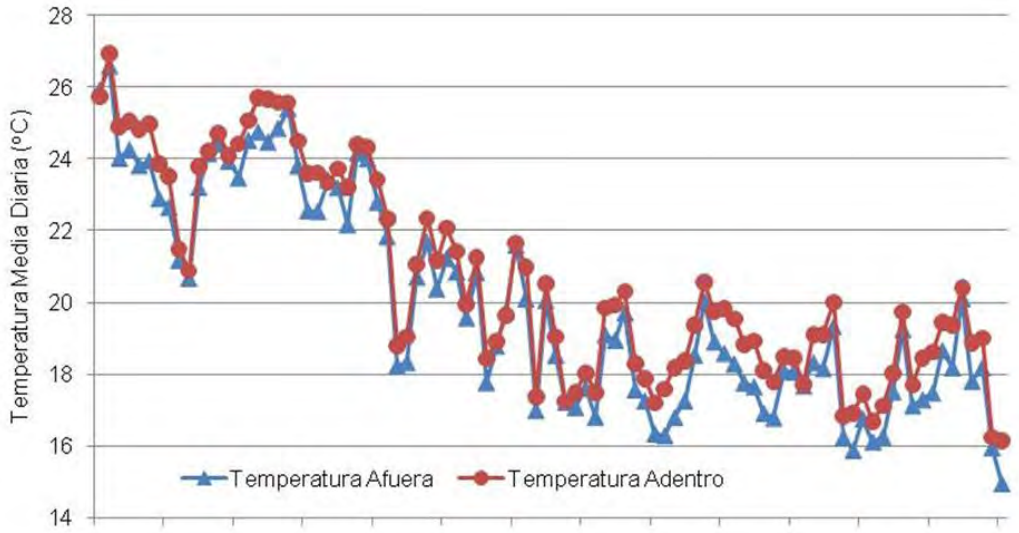


Figura 2. Temperatura media diaria adentro y afuera de la manta térmica, durante el periodo de evaluación.

La humedad relativa promedio diaria también fue mayor dentro de la manta térmica que fuera de ella, con un promedio global de 4.5% (Figura 3). De los 92 días del periodo en que se registraron datos, en 32 días (34.5%) la diferencia fue mayor en el rango de 3 a 5% de HR dentro de la manta y en 39 días (42.4%) la diferencia entre ambas condiciones se mantuvo en el rango mayor de 5%, hasta un máximo de 9%, a favor del interior de la manta. El efecto de la humedad ambiental juega un papel muy importante para el cultivo porque amortigua el efecto de un cambio brusco de temperatura, salto térmico que pueden dañar en mayor o menor grado

a las plantas tanto en su estructura como en su fisiología. Cada especie tiene una humedad ambiental ideal para vegetar en perfectas condiciones: tomate, pimiento y berenjena desarrollan mejor con una HR sobre 50 a 60%. La HR del aire es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la HR es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades criptogámicas. Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse, además de los comunes problemas de mal cuajado de los frutos.

Bajo cubierta de la manta térmica y fuera de ella, tanto la temperatura como la HR tuvieron variaciones marcadas a lo largo del periodo de evaluación. En función de los datos de temperatura y humedad relativa, el DPV fue mayor fuera de la cubierta que en el interior de la misma, lo cual repercute en una mayor tasa de transpiración y de estrés hídrico para las plantas bajo esta condición, lo cual se refleja en un menor rendimiento del cultivo. En regiones mediterráneas, un DPV de 2.5 kPa se considera demasiado alto para el cultivo de tomate en invernadero y, reduciendo dicho déficit mediante la aspersión de agua al ambiente, se logran incrementos significativos en área foliar y rendimiento de fruto (Gautier *et al*., 1999). De igual forma, otros autores señalan que valores del DPV de 0.76 a 0.97 kPa son altos para tomate en invernadero (Iraqui *et al*., 1997).

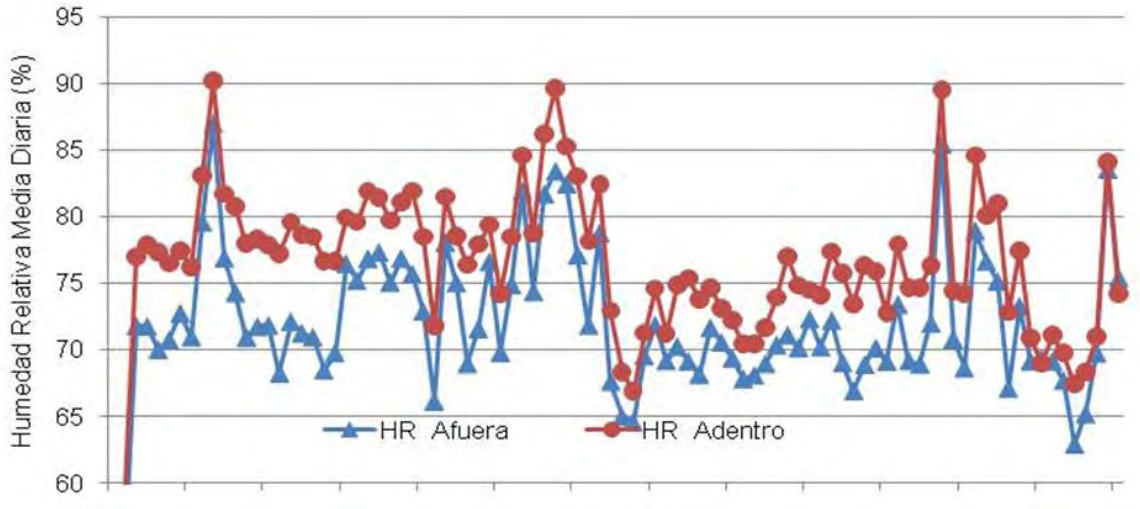


Figura 3. Humedad relativa media diaria adentro y afuera de la manta térmica, durante el periodo de evaluación.

El costo de la inversión se recupera con la producción adicional de 0.25 kg de fruto por m^2, considerando un costo promedio de venta de tomate de $ 5.00 M.N.; aunque el principal

beneficio se obtiene por el ahorro de energía eléctrica o de gas butano para el calentamiento durante los meses fríos del año y, especialmente, por evitar aplicaciones excesivas de agroquímicos para el control de insectos vectores, con el consiguiente beneficio al medio ambiente y a la salud de las personas.

En este estudio no se pudo evaluar el efecto positivo de la manta térmica para el aislamiento físico de la planta respecto a insectos vectores, principalmente mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y paratrioza (*Bactericera cockerelli*), debido a que la cubierta se colocó seis semanas después del trasplante, cuando seguramente estas plagas ya habrían migrado desde las naves contiguas.

CONCLUSIONES

Debido al efecto de doble capa (invernadero + manta térmica), la condición de cubierta con manta de polipropileno durante los meses fríos del año (noviembre y diciembre), se manifestaron en temperaturas más altas, mayores niveles de humedad relativa y, en consecuencia, menor déficit de presión de vapor durante el día en comparación con la condición sin manta térmica, lo que favoreció el medio ambiente para el cultivo y se manifestó en mayor rendimiento y tamaño de fruto.

La alternativa de cubrir con la manta térmica tuvo efectos positivos en términos del crecimiento de la planta y rendimiento del fruto, respecto al sistema tradicional sin cubierta.

En este estudio no se pudo demostrar el efecto positivo de la manta térmica para el aislamiento físico de la planta respecto a insectos vectores (trips, pulgones, mosquita blanca *Bemisia tabaci* y paratrioza *Bactericera cockerelli*) porque la cubierta se colocó seis semanas después del trasplante, cuando otras naves ya tenían establecido el cultivo con anterioridad, motivo por el cual dichas plagas migraron al sitio de evaluación.

BIBLIOGRAFÍA

Bustamante O., J. de D., V.A. González, M. Livera y E. Zavaleta M. 1999. Cambios fisiológicos y microclimáticos inducidos en jitomate por una cubierta flotante. Agrociencia. 33:31-39.

Dickerson, G. W. 2004. Row cover vegetable production techniques. New Mexico State University Cooperative Extension Service. Extension. Guide H-251. Pag. 12

Gautier, H., M. Tchamitchian and S. Guichard. 1999. Effects on decreasing VPD by misting on leaf area and leaf inclination in tomato and estimation of consequences on ligh absorption. Acta Hort. 507:77-84.

Hotchmuth, G. J., S. Kostewicz, and W. Stall, 2000. Row covers for commercial vegetable culture in Florida. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. March 2000. Circular 728.

Iannotti, M. 2009. Plant row covers: Frost and insect protection from floating row covers. In: http://gardening.about.com/od/toolschool/qt/Row-Covers.htm.

Ibarra-Jiménez, L., M. R. Quezada-Martin and M. de la Rosa-Ibarra. 2004. The effect of plastic mulch and row covers on the growth and physiology of cucumber. Australian J. Exp. Agric.44:91-94.

Iraqui, D., L. Gauthier, M. Dorais and A. Gosselin. 1997. Influence du déficit de pression de vapeur et de la photopériode sur la croissance, la productivité et la composition minérale de la tomate de serre. Can. J. Plant. Sci. 77:267-272.

Orozco-Santos, M., O. Perez-Zamora and O. Lopez-Arriaga. 1995. Floating row cover and transparent mulch to reduce insect populations, virus diseases and increase yield in cantaloupe. Florida Entomol. 78(3):493-501.

Reiners, S., P. J. Nitzsche and W. H. Tietjen. 1997. Row cover-removal timing affects yield of tomatoes planted on fall-prepared beds. HortTechnology. 7:426-229.

Wallace, R. W. and C. J. Webb. 2012. Low tunnel strawberry guide for home gardeners on the Texas High Plains. Extension Vegetable Specialist and Research Technician Texas A & M AgriLife Research & Extension Center at Lubbock, Texas.

Wells, O. S., and J. B. Loy. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience. 20:822-826.

Wolfe, D. W., L. D. Albright and J. Wyland. 1989. Modelling row cover effects on microclimate and yield: I. Growth response of tomato and cucumber. J. Am. Soc. Hort. Sci. 114:562-568.

FRECUENCIA Y SEVERIDAD DE ROYA EN CUATRO VARIEDADES DE FRIJOL BAJO RIEGO EN ZACATECAS

Cid Ríos, José Ángel, Velásquez Valle Rodolfo, Reveles Hernández, Manuel y Figueroa González, Juan José[1]

Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km. 20.5 Carretera Zacatecas Fresnillo, Calera, V. R., Zacatecas, México. CP 98500. 018000882222 Ext 82320. México. Autor para correspondencia: cid.angel@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

El frijol es la leguminosa alimenticia más importante para el consumo humano, y es cultivada prácticamente en todo el mundo en áreas geográficas muy diversas (Rodríguez *et al.,* 2009). Una de las enfermedades que afecta el desarrollo del cultivo de frijol es la roya *Uromyces appendiculatus*, esta es una de las principales enfermedades que afectan el trópico húmedo de México (Becerra *et al.,* 1995); así mismo esta enfermedad se encuentra distribuida en las zonas productoras de frijol en el estado de Zacatecas. Cuando se presenta en etapa temprana del cultivo se pueden presentar perdidas hasta del 100 % (Mena y Velásquez, 2010). Algunas de las prácticas que se recomiendan para la disminución de la enfermedad son la rotación de cultivos y la eliminación de residuos de cosecha.

La selección de variedades resistentes, ya que dentro de localidades y regiones existe variabilidad del pato tipo de roya (Bernal *et al.,* 2012). Las mutaciones y la variabilidad genética, las recombinación sexual y asexual son los principales mecanismos por los que se da variación en poblaciones fitopatógenas (Araya, 2003). Cabe mencionar que la enfermedad es favorecida por temperaturas entre 17- 27 °C con alta humedad en el ambiente 95% durante un periodo de 10 a 18 horas. El método de evaluación visual de severidad se utiliza debido a la rapidez al bajo costo y su sencillez, sin embargo, el error de cálculo es muy alto (Navarro y Arauz, 1999) El objetivo fue evaluar la frecuencia y la severidad de roya en las variedades de frijol bajo condiciones de riego por gravedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la enfermedad se realizó en el Campo Experimental Zacatecas, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP, ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas- Fresnillo en el municipio de Calera de Víctor Rosales del estado de Zacatecas. La siembra de las variedades fue realizada el 16 de julio del 2015. El inicio de la evaluación coincidió con la etapa fenológica de floración donde se presentaron los daños de

esta enfermedad. Las variedades de frijol evaluadas fueron; Pinto Coloso, Pinto Rarámuri, Flor de Junio León y Flor de Mayo Eugenia, donde cada variedad constaba de 32 surcos establecidas bajo parcelas subdivididas, solo se realizó una evaluación de diez plantas consecutivas completamente al azar con cuatro repeticiones, tomadas dentro de cada sub-parcela en los treinta surcos centrales de cada variedad, para la evaluación de la enfermedad se utilizó una escala del 1 al 9 donde;

Cuadro 1. Escala 1 de severidad de roya bajo condiciones de campo (CIAT 1987).

1	Altamente resistente, sonde hay ausencia de pústula a simple vista
3	Resistente; presenta de unas pocas pústulas en todas las plantas
5	Intermedia; presencia en todas las plantas donde cubre el 5 % del área foliar.
7	Susceptible; presencia de pústulas grandes, rodeadas de halos cloróticos que cubren el 10 % del área foliar
9	Altamente susceptible; presencia de pústulas grandes, rodeadas de halos cloróticos que cubren el 25 % del área foliar

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias altamente significativas de ($p \leq 0.000$) entre variedades para severidad, al nivel de significancia 0.05, en la comparación de medias (Cuadro 2), se puede apreciar que la variedad que mayor daño mostró fue la variedad Pinto Coloso, el segundo de la variedad Flor de Junio León, la variedad con menor daño fue la variedad Pinto Rarámuri, el comportamiento de la enfermedad en general se comportó estable, sin embargo, entre las variedades se aprecia que unas variedades son más susceptibles a esta enfermedad. El comportamiento de la severidad de la enfermedad coincide con lo reportado por (Rosales *et al.,* 2010) donde señala que la variedad Pinto Coloso muestra susceptibilidad a valores medios y altos de roya, también (Acosta *et al.,* 2010; Acosta-Gallegos *et al.,* 2014) indica que la variedad flor de Mayo Eugenia y Flor de Junio León son tolerante a niveles medios de severidad de roya.

Cuadro 2. Comparación de medias para la severidad de la enfermedad de roya

Variedad	Severidad	
Coloso	5.000	a
León	3.575	b
Eugenia	2.525	c
Rarámuri	0.325	d

Para la frecuencia de la enfermedad se encontraron diferencias altamente significativas de ($p \leq 0.000$) al nivel de significancia de 0.05, en la comparación de medias (Figura 1) se puede observar que solamente la variedad Pinto Rarámuri fue la que presento la menor frecuencia de la enfermedad, aunque el resto de las variedades presenta la misma frecuencia, la severidad no fue la misma. El comportamiento de las mostrado es debido a lo señalado por (Rosales *et al.,* 2010) quien señala que la variedad pinto coloso es tolerante a valores medios de roya. Sin embargo, el nivel medio de tolerancia a la roya fue mayor en los frijoles de tipo flor de mayo y junio comparados con la variedad Pinto Coloso. Aunque la frecuencia de la enfermedad fue alta en las variedades FM León y Fm Eugenia las pústulas fueron más grandes en la variedad Pinto Coloso.

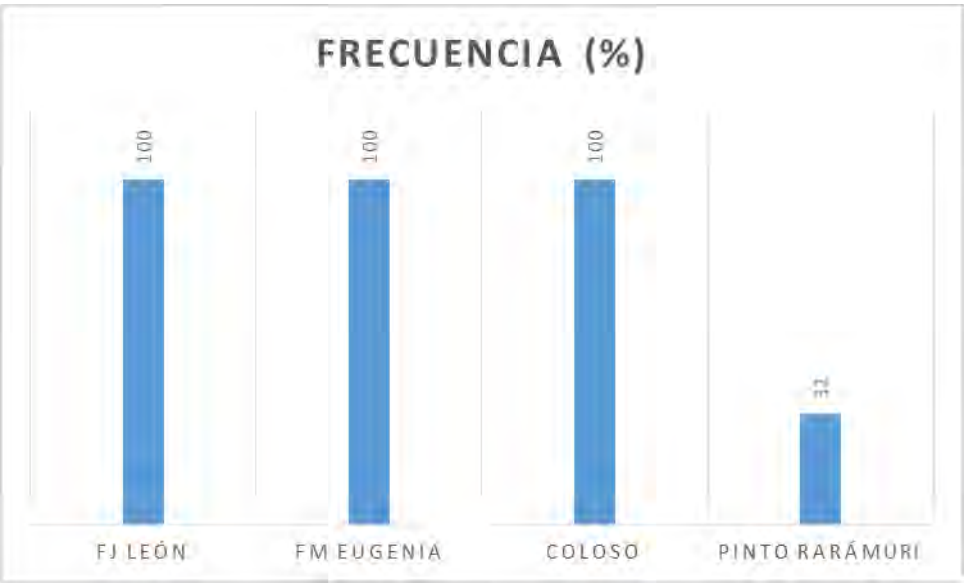


Figura 1. Frecuencia de enfermedad de roya en cuatro variedades de frijol P-V- 2015

Sin embargo, se coincide con (Navarro y Arauz 1999) donde la metodología utilizada no es la más apropiada para evaluar la severidad y la frecuencia de la enfermedad de roya, sin embargo

es la más sencilla y rápida para una estimación del comportamiento de las variedades de estudio.

CONCLUSIONES

La variedad Pinto Rarámuri presenta valores altos de resistencia a la severidad y baja frecuencia de la roya, por lo que representa una alternativa para regiones donde es recurrente la presencia de esta enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

-Gallegos J. A.; Jiménez- Hernández Y.; Montero-Tavera V.; Sánchez-García B. M. y Guzmán-Maldonado, S. H. Acosta 2014. Junio león, nueva variedad de frijol para riego y temporal el altiplano y la mesa central de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 7: 1369-1374

Evaluación de la resistencia a la roya (*Uromyces Phaseoli (pers.) wint var. typica arth*) en 25 variedades de frijol común *Phaseolus Vulgaris L.* Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba. Fitosanidad. 16(1): 33-38

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasmade frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps). Cali, Colombia. 56 p.

Rodríguez, O.; Chaveco, O.; Ortiz, R.; Ponce, M.; Ríos, H.; Miranda, S.; Díaz, O.; Portelles, Y.; Torres, R. y Ceduño L. 2009. Líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.)* resistencia a la sequía. Evaluación de comportamiento frente a condiciones de riego, sin riego y enfermedades. Ciencia y Tecnología 13: 38 pp. 17-26

Rosales S. R., Acosta G. J. A., Ibarra P. F. J. y Cuéllar R. E. I. 2010. Pinto coloso, nueva variedad de frijol para el estado de Durango. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 1(5):739-744

Mena C. J. y Velásquez V. R. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en zacatecas. Folleto Técnico No. 24. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 83 p.

Navarro J. R. y Arauz L. F. 1999. Exactitud y repetitividad de dos métodos para la evaluación de la severidad de enfermedades fungosas en el fruto de la papaya (Carica papaya). Agronomía costarricense 23(1) 89-96

Acosta G. J. A.; Jiménez H. Y.; Sánchez G. B. M.; Herrera H. M. G.; Salinas P. R. A. y González C. M. 2010. Flor de mayo Eugenia, nueva variedad de frijol para riego y temporal en el centro de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 1(5) 751-757

Ayala C. M. 2003. Coevolucion de interacciones hospedante–patógeno en frijol común. Fitopatol. bras. 28:221-228

Becerra. E.; López E. y Acosta J. 1995. Resistencia genética y control químico de la roya del frijol en el trópico húmedo. Agronomía Mesoamericana 6: 61-67

Bernal C. A.; Cuevas A., A.; Quintero F. E.; Quiñones R. R.; Díaz C. M.; Saucedo C. O.; Herrera O. L. 2012.

EFECTO DIFERENCIAL DEL IMPACTO DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA SOBRE POLIFENOLES EN PLANTAS DE CHILE

Mayra Denise Herrera, Mariana de Jesús Castañeda Silva, Jaime Mena Covarrubias, Luis Roberto Reveles Torres

INIFAP Zacatecas. Carretera Zacatecas-Fresnillo Km 24.5, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. C.P. 98500. e-mail: herrera.mayra@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En nuestro país existe actualmente una gran demanda por medidas de adaptación y mitigación para los sistemas producto nacionales, sin embargo, todavía no existe una evaluación integral y confiable de los impactos de muchas de las variables asociadas al cambio climático sobre los cultivos en general, y para el cultivo de chile en particular. Entre dichas variables se puede mencionar el efecto de los rayos UV.

Las plantas como productores primarios dependen totalmente de la radiación solar; la luz es su fuente de energía para realizar la fotosíntesis y llevar a la planta desde la germinación hasta la floración, producción de frutos y cosecha. Sin embargo, la luz no solo es benéfica, ya que también puede tener efectos detrimentales y destructivos a las plantas, y esto sucede específicamente cuando se trata de la luz ultravioleta (UV), la cual ocasiona daños temporales o irreversibles al proceso de fotosíntesis, aunque por otro lado, las plantas pueden activar sus mecanismos de defensa y producir pigmentos (flavonoides) que absorben esta luz UV (Piri *et al*., 2011).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto diferencial del impacto de la radiación ultravioleta sobre la concentración de polifenoles en diferentes tejidos de plantas de chile tipo Mirasol.

MATERIALES Y METODOS

Obtención de los tejidos vegetales y procesamiento de las muestras

Se estableció parcelas experimentales con la variedad de chile Mirasol en los municipios de Huanusco y Calera, Zacatecas en el ciclo O-I del 2018; el mismo día del trasplante el chile, parcelas de chile fueron cubiertas con mallas anti-áfidos colocadas sobre arcos de alambrón de 1.8 metros de largo y doblados en semi-círculo. Los muestreos se realizaron haciendo cortes del tejido foliar de hojas del ápice, y en pedúnculos florales de plantas de chile cubiertas y

descubiertas; una vez realizado el corte, el tejido se congeló en nitrógeno líquido con el fin de detener su metabolismo Figura 1. 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.

Figura 1. Tejido foliar y pedúnculo floral de plantas de chile Mirasol sumergidas en nitrógeno para detener procesos metabólicos.

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 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se ha demostrado que el uso de los materiales utilizados en las cubiertas de mallas anti-áfidos pueden absorber y reflejar entre el 40 y el 70% de la radiación ultravioleta (Legarrea *et al*., 2010). En este experimento, las plantas descubiertas se cultivaron fuera de la protección contra

la luz solar y de factores ambientales bióticos tales como insectos y microorganismos patogénicos; esto está relacionado con un estrés biótico y abiótico inducido, lo que lleva a una síntesis fitoquímica aumentada.

En la Tabla 1 se observa la concentración de flavonoides totales y taninos condensados (mg eq. de (+) catequina/g) del tejido foliar de plantas expuestas directamente a la luz solar y de plantas cubiertas con la malla anti-áfidos. Los resultados demuestran que la concentración de polifenoles cambia, tanto por la condición de crecimiento, es decir, si las plantas están cubiertas o descubiertas, y por la localidad de crecimiento. Para la concentración de flavonoides se observó que la máxima concentración se cuantificó a partir del tejido foliar de plantas descubiertas localizadas en el municipio de Calera. El análisis estadístico mostró diferencia significativa ($p<0.05$) entre el efecto de la malla y la localidad, incluso se observó un efecto de interacción entre ambos factores; de la misma manera, para la concentración de taninos condensados se encontró que los niveles del factor localidad son dependientes de los niveles del factor que involucra la cobertura con la malla.

Tabla 1. Concentración de polifenoles en tejido foliar de plantas de chile cubiertas y descubiertas.

Localidad	Muestra	Flavonoides totales	Taninos condensados
Calera	TF cubierto	2.70 ± 0.45 ab	25.92 ± 1.36 b
	TF descubierto	4.38 ± 0.40 a	37.32 ± 0.76 a
Huanusco	TF cubierto	3.52 ± 0.02 b	28.82 ± 0.41 b
	TF descubierto	3.43 ± 0.40 ab	28.45 ± 0.28 b

Los datos se expresan como la media ± DE. Letras diferentes entre líneas indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. Los datos se expresan como mg eq. de (+) catequina/g de mtra. seca. TF, Tejido foliar.

Fue interesante observar que, para las muestras de Calera, se obtuvo un incremento en el tejido de plantas descubiertas de 62% y 44% para flavonoides y taninos respectivamente, en comparación con las plantas cubiertas. Sin embargo, la tendencia no fue similar en las plantas de la localidad Huanusco, ya que en el tejido de las plantas cubiertas se cuantificó la mayor cantidad de flavonoides y taninos condensados.

Por otro lado, la Figura 2 muestra la concentración de flavonoides y taninos condensados en las muestras de flor-pedúnculo tomado de plantas cubiertas y descubiertas. En general, las plantas que estuvieron descubiertas por la malla, y por lo tanto, expuestas a la luz solar, tuvieron mayor capacidad para sintetizar taninos condensados y flavonoides totales, en comparación con las plantas cubiertas. Se observó un incremento de 22 y 45% para flavonoides y taninos en plantas de la localidad Calera y de 38 y 37% en el tejido colectado de las plantas de Huanusco.

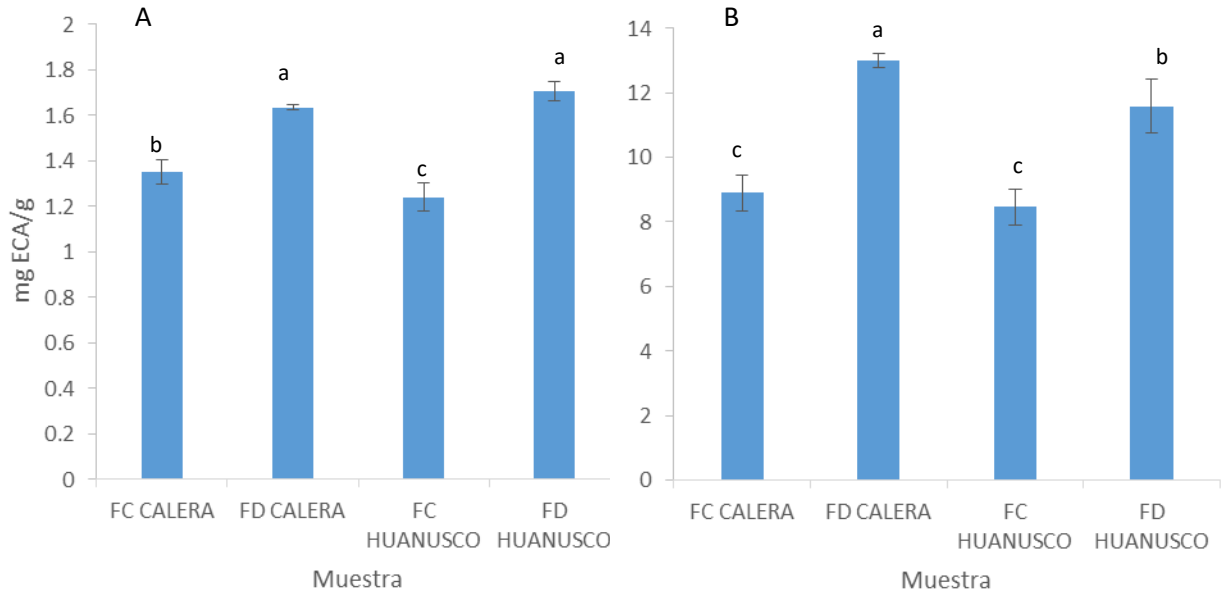


Figura 2. Concentración de A, flavonoides totales y B, taninos condensados en flore-pedúnculo de plantas de chile Mirasol (Los datos se expresan como la media ± DE. Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. Los datos se expresan como mg eq. de (+) catequina/g de mtra. seca. FC, flor-pedúnculo de plantas cubiertas; FD, flor-pedúnculo de plantas descubiertas).

Existen reportes de que las plantas de chile reducen significativamente su contenido de clorofila a y b, así como de carotenoides cuando son expuestas a niveles altos de luz UV (Mahdavian *et al*., 2008). Adicionalmente se ha reportado que la exposición a estas emisiones de luz altera el metabolismo de los fenilpropanoides. Bajo este contexto, Tattini *et al*. (2005) mencionan que las plantas expuestas a altas radiaciones solares se someten a ajustes fisiológicos y bioquímicos con una marcada acumulación de flavonoides, ya que estos compuestos tienen funciones protectoras contra los efectos perjudiciales de la luz solar y el estrés por la radiación UV-B.

CONCLUSIONES

Es evidente que existe una diferenciación metabólica entre las plantas de chile analizadas, en las plantas que sufrieron estrés por exposición a la luz solar se observó mayor concentración de flavonoides y taninos, ya que las rutas biosintéticas involucradas en la producción de estos compuestos, como la ruta de los fenilpropanoides, fueron inducidas por este fenómeno.

BIBLIOGRAFÍA

Deshpande SS, Cheryan M. 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. J. Food Sci. 50: 905-910.

Legarrea, S., Karnieli, A., Fereres, A., Weintraub, P. G. 2010. Comparison of UV-absorbing Nets in Pepper Crops: Spectral Properties, Effects on Plants and Pest Control. Photochemistry and Photobiology, 86(2), 324-330.

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.

Mahdavian, K., Kalantari, K. M., Ghorbanli, M., Torkzade, M. 2008. The effects of salicylic acid on pigment contents in ultraviolet radiation stressed pepper plants. Biologia Plantarum, 52(1), 170-172.

Piri, E., Babaeian, M., Tavassoli, A., Esmaeilian, Y. 2011. Effects of UV irradiation on plants. *African Journal of Microbiology Research*, *5*(14), 1710-1716.

Tattini, M., Guidi, L., Pinelli, P., Remorini, D., Degl'Innocenti, E., Giordano, C., Massai, R., Agati, G. 2005. On the role of flavonoids in the integrated mechanisms of response of Ligustrum vulgare and Phillyrea latifolia to high solar radiation. New Phytologist. 167:457-470.

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.

VARIABILIDAD FENOTÍPICA DE 20 HÍBRIDOS DE MAÍZ DE ENDOSPERMO BLANCO EVALUADOS BAJO CONDICIONES DE RIEGO EN NOROESTE DE SINALOA.

Llaven valencia Genny[1]; Peinado Fuentes Luis A[1], Hernández Hernández Aide[2], Antuna Grijalva Oralia[2], Coyac Rodríguez José Luis[2]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental Valle Del Fuerte, Carretera Internacional México-Nogales Km. 1609, Col. Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa, México, CP 081101

[2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez s/n, Col. Valle Verde, CP 27059, Torreón, Coahuila.

Correo electrónico: llaven.genny@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La identificación y selección de genotipos que se adapten a las distintas condiciones ambientales, así como determinar híbridos con alto rendimiento y buena estabilidad agronómica es el objetivo de la mayoría de los programas de mejoramiento genético. Este es un proceso dinámico que permite evaluar el rendimiento de una serie de híbridos, los cuales generalmente varían de un año a otro, en la que nuevos híbridos son incluidos para su evaluación, mientras que otros son eliminados por su pobre comportamiento. Crossa (1990) menciona que, es fundamental establecer ensayos en multilocalidades para determinar la estabilidad fenotípica. De ahí radica en los programas de mejoramiento genético de plantas la importancia de estimar la estabilidad fenotípica de los genotipos antes de liberarlos ya que es un factor preponderante que evalúa el agricultor cuando opta por un nuevo cultivo (Condon *et al*., 2004).Con este trabajo se pretende identificar genotipos que muestren buenas características de estabilidad y a la vez tengan buen rendimiento, para que el agricultor tenga confiabilidad económica y pueda optar estos genotipos para emplear en la producción futura.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó durante el ciclo agrícola 2017-2018 dentro de las instalaciones del Campo experimental Valle del Fuerte (Juan José Ríos, Guasave, Sinaloa) en base la promoción de 20 híbridos de maíz de endospermo blanco de diferentes compañías semilleras de la región recomendadas para zonas agrícolas del valle del fuerte. Se estableció un ensayo para evaluación de los mismos bajo condiciones de riego y de acuerdo al manejo agronómico recomendada de acuerdo a la agenda técnica en cultivo Maíz del CEVAF. Se evaluaron variables cualitativas y cuantitativas que permitieron conocer la variabilidad de los híbridos.

Los híbridos de maíz fueron establecidos en el Campo Experimental Valle del Fuerte, en el ciclo agrícola otoño-invierno 2017-2018 el día nueve de diciembre de 2017, compuesto por 20 híbridos de maíz de endospermo blanco incluyendo el testigo comercial. Cuadro 1.

Cuadro 1. Relación de 20 híbridos de Maíz de endospermo blanco evaluados en ciclo otoño-invierno 2017-2018.

Hibrido	Compañía
C-8025	CI MAIZ HENERY C.S.A DE C.V
C-8031	CI MAIZ HENERY C.S.A DE C.V
NORO EUROS	UNISEM S.A DE C.V
NORO 1989	UNISEM S.A DE C.V
NORO 2017	UNISEM S.A DE C.V
NORO 1904	UNISEM S.A DE C.V
NORO ARES	UNISEM S.A DE C.V
NORO 2012	UNISEM S.A DE C.V
VIKINGO	COMERCIALIZADORA MEGASEM S.A DE C.V
TROYANO	COMERCIALIZADORA MEGASEM S.A DE C.V
XS6609	COMERCIALIZADORA MEGASEM S.A DE C.V
P-3090	PHI MEXICO S.A DE C.V
P-3258	PHI MEXICO S.A DE C.V
P-3140	PHI MEXICO S.A DE C.V
P-3289	PHI MEXICO S.A DE C.V
EXP-2303	NOVASEM INNOVACIONES S.A DE C.V
EXP-203	NOVASEM INNOVACIONES S.A DE C.V
N1R05	NOVASEM INNOVACIONES S.A DE C.V
XR60	SEMILLAS CERES S.A DE C.V
GARAÑON	**TESTIGO**

Estos materiales fueron establecidos en un diseño experimental de bloques al azar con 20 tratamientos y cuatro repeticiones. La parcela experimental fue de cuatro surcos de seis metros de largo, con una distancia entre estos de 80 cm. equivalente a 19.2 m^2, considerando como parcela útil dos surcos centrales de cinco metros, lo que hace una superficie de cosecha de 8.0 m^2, la distancia entre plantas fue de 12.5 cm, con ocho plantas por metro lineal obteniendo una densidad de población de 100 mil plantas por hectárea.

Los resultados fueron analizados mediante Análisis de la Varianza y contrastes ($p<0.05$), utilizando el software InfoStat (Di Rienzo *et al*., 2002). Se realizó un análisis individual de cada ensayo, en el que se presentan tablas descriptivas con los valores medios de cada carácter

evaluado, para cada uno de los tratamientos del ensayo. También se realizaron los análisis de variación y los análisis Tukey ($p<0.05$) referidos a determinados parámetros de rendimiento. Con estos resultados se puede valorar el comportamiento de los diferentes tratamientos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general los maíces recomendados para esta región son de porte medio, tolerantes al acame, buena sincronía en floración, con buen número de granos por mazorca, tolerantes a las principales enfermedades y con buen potencial de rendimiento. En el presente estudio se reporta el grado de respuesta diferencial de 20 híbridos al manejo agronómico y bajo las diferentes condiciones del Valle del Fuerte.

Los resultados del análisis de varianza ($p\leq 0.05$) para las variables evaluadas se presentan en el cuadro 2; se muestra que hubo diferencias significativas entre tratamientos para las variables Floración femenina, Floración masculina, altura de planta, altura de mazorca y Rendimiento de grano.

La significancia encontrada para todas las variables nos indica una respuesta diferencial de los híbridos a las variaciones ambientales para esta localidad. Los valores de los coeficientes de variación para todos los caracteres evaluados mostraron un mínimo de 1.25% para floración masculina y un máximo de 6.14% para rendimiento de grano; estos valores nos indica que están dentro de los parámetros establecidos; por lo tanto, hubo un buen control del error en la técnica experimental utilizada indicando la precisión de los ensayos individuales de acuerdo a Gordón y Camargo (2015) y Camargo *et al*. (2017).

Cuadro 2. Análisis de varianza de variables morfológicas y agronómicas evaluadas de 20 híbridos de maíz blanco en el CEVAF O-I, 2017-2018.

		Cuadrados medios				
Fuente de Variación	**G.L**	**Floración Masculina**	**Floración Femenina**	**Altura de planta**	**Altura de Mazorca**	**Rendimiento kg/ha al 14% de humedad**
Tratamiento	19	19.46*	19.03*	942.9*	336.37*	4384258.88*
Repetición	3	1.28	0.85	283,38	124.95	871955.21
Error	57	1.32	1.6	228.46	60.88	646333.25
Total	79					
CV (%)		1.25	1.37	5.09	5.04	6.14

*=Significativo al 0.05% NS= no significativo

En la Tabla 3, se muestra la comparación de medias para los genotipos, según la prueba estadística de Duncan a un nivel de significancia del ($p<0,05$); para las variables de días a floración, altura de planta, plantas cosechadas, mazorcas cosechadas, peso de mil semillas, peso hectolitros y rendimiento de grano. Yan y Rajcan (2002) señalan que genotipos ideales son aquellos que tienen alta habilidad de rendimiento PC1 y una pequeña puntuación de PC2 (alta estabilidad) y puede observarse que dentro de este ensayo de avaluación donde se puede observar claramente que el mayor rendimiento lo obtuvieron los tratamientos 15, 12, 22, 20 y 16 corresponde a los híbridos P-3289, P-3090, XR-60, N1R05 y EXP-2303 cumplieron al menos con la primera característica.

Tal como se muestra en la Tabla 3, no existen diferencias significativas entre híbridos para cada una de las variables. En el caso de rendimiento, los híbridos de mayor rendimiento corresponden a P-3289, P-3090, XR-60, N1R05 y EXP-2303 con 17501, 17318, 16724, 16704 y 16502 $kg*ha^{-1}$ respectivamente, ubicándose en el grupo (A). Mientras que los híbridos de menor rendimiento se encontraron en el grupo (DE) corresponde a C-8031, C-8025 y Vikingo con 13747, 13390 y 13085 $kg*ha^{-1}$ respecto al testigo. Asimismo, se observó que el testigo GARAÑON T-20 (variedad local) con 16659 $kg*ha^{-1}$ quedo en el grupo AB.

Cuadro 3. Comparación de medias entre híbridos para variables cuantitativas de 20 híbridos, evaluadas en Campo Experimental Valle del Fuerte en ciclo agrícola 2017-2018.

T.	kg* ha^{-1} 14%	% Hum.	Días a floración		Altura (cm)		PCoS	MCoS	PMG	PH
			DFM	DFF	AlPl.	AlMz.				
1	13390de	15	93bcd	93bcd	263d	143de	74cd	78b	359ab	77abc
2	13747cde	15	93bcd	92bcde	294abcd	149bcde	85ab	87ab	385a	74bc
3	15757abcd	14	89ef	91de	287abcdd	151bcde	86ab	90ab	330ab	77abc
4	16327ab	13	92bcde	93bcd	298abcd	160abcd	85abc	96ab	335ab	75abc
5	15383abcde	12	90cdef	91de	292abcd	167abc	81a	93ab	323ab	77abc
6	16399ab	13	91bcdef	95abc	300bcd	157abcde	83abc	91ab	305b	66d
7	15632abcd	13	92bcdef	93bcd	287abcdd	147cde	82abc	97ab	365ab	76abc
8	15786abcd	12	88f	91def	299abcd	157abcde	84abc	87ab	360ab	78a
9	13085e	19	93bc	95ab	297abcd	147cde	64d	67b	355ab	76abc
10	14471bcde	21	97a	97a	299abcd	156abcde	79abc	78b	360ab	74c
11	14564bcde	17	93bc	93bcd	303abc	157abcde	87ab	83ab	348ab	76abc
12	17318a	13	89ef	89ef	318ab	151bcde	89a	92ab	343ab	75abc
13	16056abc	13	93bcd	92cde	323a	173a	85abc	94ab	393a	78ab
14	16388ab	12	88f	87f	308ab	152bcde	84abc	82ab	345ab	74c
15	17501a	14	93bcd	91de	310ab	168ab	76bc	86ab	370ab	78ab
16	16502ab	12	93bcd	92bcde	281bcd	141de	83abc	84ab	390a	77abc
17	16068abc	13	93bc	94bcd	302abcd	158abcde	84abc	117a	352ab	77abc
18	16704ab	13	93bc	93bcd	264cd	139e	86ab	86ab	360ab	76abc
19	16724ab	13	90def	91def	296abcd	158abcde	82abc	80ab	398a	74c
20	**16659ab**	**15**	**94b**	**93bcd**	**314ab**	**165abc**	**81abc**	**89ab**	**369ab**	**77abc**
	15723		**92**	**92**	**297**	**155**	**82**	**88**	**357**	**76**
	6.14	N/A	1.25	1.37	5.09	5.04	5.35	16.21	8.02	2.01
	2534.16	N/A	3.01	3.32	39.7	20.49	11.55	37.09	75.25	3.98

T=TESTIGO, N/A = NO ANALIZADO, (¹, ², ³, *) PLANTAS PROMEDIO, *LA MEDIA CORRESPONDE AL TRATAMIENTO Y EL TESTIGO, MEDIAS CON UNA LETRA COMÚN NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTE (p>0,05). DFM = Días a Floración Masculina, DFF = Días a Floración Femenina, AlPl = Altura de Planta (cm), AlMz = Altura de Mazorca (cm), PCoS y MCoS = Plantas Cosechadas y Mazorca cosechadas, REND = Rendimiento kg ha^{-1}, PH= Peso Hectolitros, PMG = Peso de Mil Granos.

En el Cuadrado 3 también se muestra prueba de Tukey a un nivel de significancia de ($p<0.05$) para las variables de días a floración (DFF, DFM), altura de la planta (AIPL), altura de mazorca (AIMZ), plantas cosechadas (PlTaCoS), mazorcas cosechadas (MzCoS), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH) y rendimiento en grano (Rdto); los cuales expresan diferencias entre híbridos, estableciéndose en tres grupos para todas las variables a excepción de peso de mil granos (PMG) y peso hectolítrico (PH). Respecto al rendimiento en grano se puede observar claramente que el mayor rendimiento lo obtuvieron los tratamientos 15, 12, 22, 20 y 16 corresponde a los híbridos P-3289, P-3090, XR-60, N1R05 y EXP-2303 con 17501, 17318, 16724, 16704 y 16502 kg*ha^{-1} respectivamente, ubicándose en el grupo (A).

Para días a floración masculina los tratamientos más precoces fueron T12 yT14 que corresponden a los híbridos P-3090 y P-3140 con 89 y 88 días a floración masculina en sincronía con floración femenina con 89 y 87 días transcurridos después de la siembra.

Mientras los tratamientos que se comportaron como más tardíos a floración fue el T10 con 97 días a floración para ambos órganos reproductivos DFM y DFF.

CONCLUSIONES

Se identificaron al menos tres tratamientos que superan y/o son iguales al rendimiento promedio del testigo bajo las condiciones de la localidad del Campo Experimental Valle del Fuerte, como son P-3289, P-3090, XR-60, N1R05.

También se identificaron dos tratamientos con mayor peso hectolítrico como son los tratamientos ocho y 12 híbridos que corresponden a NORO-2012 y P-3258.

Se identificaron agrupaciones entre las variables de componentes de rendimiento como son días a floración, altura de planta y rendimiento y número.

BIBLIOGRAFIA

Camargo-Buitrago, I., Gordón Mendoza R. y Quirós McIntire E.I. (2017). La repetitividad como estimador de la precisión experimental en el análisis de experimentos. Revista Agronomía Mesoamericana 28(1), 159-169

Gordón M, R. y Camargo B. I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. Revista Agronomía Mesoamericana 26(1), 55-63.

Gordón, R. (2009). Manejo Integral del cultivo de Maíz. Folleto Técnico. IDIAP. 20 pág.

Yan W and I Rajcan. (2002). Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science. 42:11-20.

PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD DE AJO CON USO DE GALLINAZA Y FERTILIZANTES QUÍMICOS

Manuel Reveles-Hernández, José Ángel Cid-Ríos, Rodolfo Velásquez-Valle

Investigadores del Campo Experimental Zacatecas, Km. 20.5, Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac., CP 98500, México. Correo reveles.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna hace uso cada vez más intensivo de insumos con el fin de producir alimentos para una población mundial cada vez más grande, sin embargo, muchas de estos insumos están relacionados con estrategias que están muy lejos de cuidar la preservación del ambiente para el logro de sistemas de producción sustentables (Restrepo, 2007).

Una alternativa que se ha estado explorando con éxito es el uso de abonos orgánicos de diferente origen (León y Gómez, 1986), mismos que además de aportar nutrientes, hacen un aporte considerable de materia orgánica al suelo mejorando las condiciones físico-químicas del mismo. El uso de micorrizas se considera, también, una alternativa en la producción orgánica y sustentable de alimentos (Agudelo y Casierra-Posada, 2004).

Diversas investigaciones han demostrado que la gallinaza es portadora de microorganismos capaces de actuar como biocontroladores de hongos y nematodos (Rodríguez *et al*., 2010), incluso para el control de patógenos con difícil control como el causante de la pudrición blanca en hortalizas como ajo y cebolla, *Sclerotium cepivorun* Berk (Sarmiento y Velandía, 2013), dentro de los microorganismos que se han encontrado en la composta de gallinaza y que se reportan en las investigaciones realizadas se pueden citar a *Aspergillus* spp., *Mucor* sp., *Fusarium spp., Curvularia sp., Cladiosporium sp., Trichoderma sp., Penicillium sp., Bacilus spp*.(Barocio, 2012).

La composición y aporte de nutrientes de la gallinaza depende de varios factores, tales como la edad de las aves, su alimentación y momento de la recolección de la misma, además del proceso de manejo y composteo al que es sometido (Estrada, 2005).

El uso de la gallinaza como fertilizante ha reportado buenos resultados usada en combinación con fertilizantes químicos, lo que contribuye a la disminución del uso de abonos químicos que constituyen una fuente de contaminación de suelos y agua (Luna *et al*., 2015).

El objetivo del presente trabajo es evaluar la respuesta agronómica y rentabilidad del cultivo de ajo a la aplicación de gallinaza y fertilizantes químicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas-Fresnillo. En el experimento se usó ajo del clon CorP4 del Campo Experimental Zacatecas, el cual se sembró el día 3 de noviembre de 2017 en camas de siembra de 1.60m de ancho con seis hileras de plantas regadas por tres cintillas de riego por goteo.

El diseño experimental usado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones en donde la unidad experimental consistió en tres camas de seis metros de largo.

Se evaluaron tres tratamientos de fertilización, 1). Fórmula química 225-80-235 más 2000 kilogramos de gallinaza modificada (Meyfer), 2). Fórmula química 225-80-235 más 6000 kilogramos de gallinaza modificada (Meyfer), y 3). Fórmula química 225-80-235 sin aplicación de gallinaza modificada (Meyfer).

La aplicación de la gallinaza modificada (Meyfer) se realizó de manera manual antes del establecimiento del cultivo, momento en que se aplicó la fórmula 80-80-80 al suelo a base de sulfato de amonio compactado, superfosfato de calcio simple granulado y sulfato de potasio granulad, el resto del fertilizante químico se aplicó a través de la cintilla de riego siguiendo la recomendación del INIFAP (Reveles *et al*., 2009)

A los 220 días después de la siembra se suspendió la aplicación de agua de riego y siete días después se realizó el aflojado del suelo para la extracción y engavillado de las plantas, ocho días después del engavillado se eliminaron raíces y parte aérea de la planta y se realizó el pesado de las muestras, para la evaluación solo se consideró la cama central de cada unidad experimental.

El análisis de los resultados se realizó usando el programa de Diseños Experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 2013). Los resultados de producción se sometieron a un análisis financiero usando Excel para determinar la relación beneficio/costo como un indicador de rentabilidad del cultico sometido a los tratamientos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 aparece el análisis de varianza para el rendimiento de bulbos en peso fresco en donde se aprecia que existen diferencias estadísticamente significativas (α=0.05) entre los tratamientos evaluados; al realizar la comparación de medias entre los tratamientos evaluados

(Cuadro 2) se nota como el tratamiento 1 y 2 son estadísticamente iguales entre ellos, sin embargo son estadísticamente superiores al tratamiento tres con producción de 11,474; 11260 y 8563 kilogramos por hectárea respectivamente.

Cuadro 1. Análisis de varianza para el rendimiento de bulbos fresco de ajo del Clon CorP4 bajo fertilización orgánica y química.

Fuente de Variación	Grado de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Significancia
Tratamientos	2	21061774	10530887	7.28	0.025
Bloques	3	25157627	8385875.7	5.797	0.033
Error	6	8679144.5	1446524.1		
Total	11	54898545			

El análisis de varianza para la relación beneficio costo indica que existen diferencias estadísticamente significativas (α=0.05) entre los tratamientos evaluados, la comparación de medias correspondientes (cuadro 2) indica que los tratamientos uno y dos son estadísticamente iguales entre ellos, pero estadísticamente superiores al tratamiento tres con relaciones beneficio costo de 1.2, 1.2 y 0.925.

Los resultados obtenidos coinciden con los observados por Luna y colaboradores (2016) quienes reportan que el mejor comportamiento del rendimiento se obtuvo cuando combinaron la fertilización química con la orgánica en el cultivo de papa. Lo anterior indica que la aplicación de la gallinaza en combinación con los abonos químicos, en la formulación recomendad para la región mejoran la productividad y rentabilidad del cultivo.

Cuadro 2. Comparación de medias para el rendimiento y rentabilidad (beneficio/costo) de ajo evaluado con fertilización química y orgánica.

Tratamiento	Fertilización química	Gallinaza (kg ha^{-1})	Rendimiento (kg ha^{-1})	Relación Beneficio/Costo
1	225-80-235	2000	11,474	1.2
2	225-80-236	6000	11260	1.2
3	225-80-237	0	8563	0.925
Significancia			0.025	0.026
DMS			2081.047	0.206

CONCLUSIONES

La aplicación de gallinaza modificada tuvo impacto positivo sobre el rendimiento de ajo al incrementar el rendimiento por hectárea y la relación beneficio costo.

El uso de la gallinaza modificada en combinación con la fertilización química tuvo mejores resultados que el uso de abonos químicos, incrementando su rentabilidad.

Dado que la producción entre el uso de dos y seis toneladas de gallinaza en combinación con la fertilización química recomendada resultó estadísticamente igual, se recomienda el uso de dos toneladas del abono orgánico combinado con la fertilización química.

BILIOGRAFÍA

Agudelo B. M. Y. y Casierra-Posada, F. 2004. Efecto de la micorriza y gallinaza sobre la producción y la calidad de cebolla cabezona (*Allium cepa* L. "Yellow Granex"). Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, 57: 1-14

Barocio C., N. B. 2012. Evaluación de vermicomposta de gallinaza para el manejo de enfermedades de la raíz del jitomate. Tésis Maestría, Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR, Unidad Michoacán. 65p

Estrada P., M. M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación, 2: 43-48

León C. P. R. y Gómez L. J. A. 1986. Efecto de la gallinaza y del estiércol bovino frescos sobre la producción de forraje de gramínea "King gras" (*Pennisetum purpureum* x *P. americanum* Burton) en un andosol de Gajibio-Cauca. Acta Agronomica 3:177-184

Luna M. R. Espinosa C. K.; Trávez T. R.; Ulloa M. C.; Espinoza C. A.; Bejarano A. A. 2016. Respuesta de variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L) a la aplicación de abonos orgánicos y fertilización química. Ciencia y Tecnología. 9(1): 11-16

Olivares, S. E. 2013. Programas Estadísticos, Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Restrepo R. J. 2007. Manual Práctico, El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible (SIMAS), Nicaragua, 262p

Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R.; Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No. 11. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. México. 272 p

Rodríguez A. J. E.; Velandia M. J. y Viteri R. S. E. 2010. Evaluación de Microorganismos Aislados de Gallinaza por su Potencial para el Biocontrol de Fusarium (*F. oxysporum*) en Plántulas de Uchuva (*Physalis peruviana*). Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 63:5499-5509.

Sarmiento G. A. y Velandía M. J. 2013. Evaluación de hongos y bacterias aislados de gallinaza en el biocontrol de *Sclerotium cepivorum* Berk. Ciencia y Agricultura, 10: 37-43

RECOLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE EJEMPLARES DE FRIJOL SILVESTRE (*Phaseolus vulgaris* L. EN EL VALLE DE POANAS DEL ESTADO DE DURANGO.

Macario García Ramírez[2], David Ramírez Noya[1], Gabriel Alejandre Iturbide[1], Liliana Wallander Compeán[3].

[1]Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Durango.
[2] Proyecto SINAREFI-SNICS-IPN 2013-2014.
[3]Estudiante
de Doctorado en Biotecnología, CIIDIR-IPN-U-Durango.
Choapan12hotmai[1]Sigma #119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango Dgo., C.P. 34220.
@l.com

INTRODUCCIÓN

En México, se conoce como frijol a diferentes especies del género *Phaseolus* entre las cuales las de mayor importancia económica son: *Phaseolus vulgaris,* (*P. vulgaris*; frijol común), *Phaseolus coccineus* (frijol ayocote), *Phaseolus lunatus* (frijol lima), y *Phasealus acutifolius* (frijol tépari) y *Phaeolus dumosus*, está menos evolucionada. En el estudio sobre la diversidad genética del frijol común se han identificado tres razas de acervo mesoamericano (Durango, Jalisco y Mesoamérica) (Rosales *et al*., 2005). En el género *Phaseolus* L., el frijol común, se encuentra entre las cincos especies más importante en la alimentación humana y se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3000 m de altura (Singh, 1999).

El género *Phaseolus* es el más diverso y con la distribución más amplia entre los integrantes de la subtribu Phaseolinae (tribu Phaseoleae, familia Leguminosae) del continente americano. Análisis morfológicos y moleculares del ADN, así como estudios sobre la estimación de la edad evolutiva de las especies de *Phaseolus* revelan parentescos entre los grupos de especies y su edad filogenética promedio, que es de cerca de 3 millones de años, con una gran diversificación entre el Plioceno tardío y el Pleistoceno (Delgado-Salinas et al., 2006). El hallazgo arqueológico, datos botánicos tradiciones orales, han demostrado que el frijol silvestre se desarrolló en una variedad de ambiente, desde el norte de México hasta noroeste de Argentina (Gepts y Debouck, 1991). El cultivo de frijol, ha estado presente hace 7000 – 8000 años en los valles de Tehuacán y Oaxaca, en México, en américa Central, Ecuador, Argentina y Chile (Kaplan & Kaplan, 1988; Gepts & Debouck, 1991). Los restos más antiguos de frijol fueron encontrados en la cueva de Guitarrero en Perú (8 000 a 10 000 años) (Gepts y Debouck, 1991).

En México se encuentra la mayoría de las aproximadamente 65 especies del género, en un intervalo amplio de ambientes ecológicos y desde una altitud de casi a nivel del mar hasta los

3,000 m. Además, los progenitores silvestres de las cinco especies domesticadas (Delgado y Gama, 2015).

En décadas recientes, se están destruyendo las fuentes de variación de las plantas cultivadas, así como los congéneres silvestres, debido tanto a reemplazo de las variedades nativas por cultivos con "semillas mejoradas" y a la modificación acelerada de los ambientes naturales donde se desarrollan las semillas silvestres… por lo que es imprescindible la conservación y el conocimiento de la variabilidad genética, que en el futuro permita hacer el mejoramiento de las variables agronómicas del frijol y en México (Cárdenas, 1997).

Delgado y Gama, (op. cit) consideran que actualmente de las 52 especies del género *Phaseolus* para México, 31 de éstas son endémicas al territorio mexicano y el mayor número de las especies de éste género se distribuye en el occidente de México, siendo Durango, Jalisco y Oaxaca los estados con mayor diversidad de especies.

Para Durango existen principalmente reportes aislados respecto a la presencia de las diferentes especies de *Phaseolus,* pero el primer trabajo en relación a la diversidad del género lo realizan Acosta y Muruaga (1983); en el cual reportan 10 especies y su distribución geográfica dentro de la entidad. En este tenor González *et al* (1991) en sus listados florísticos, reportan la presencia en Durango de 15 especies.

El presente trabajo tiene como objetivo principal, la recolección y caracterización de las formas silvestres de frijol silvestre (*P. vulgaris*) en el sureste del estado de Durango.

MATERIALES Y METODOS.

La recolección de los ejemplares se realizó en áreas de agostadero, lomeríos y orilla de arroyos. La vegetación presente en las localidades de recaudación, es principalmente Matorral xerófilo (*Acacia- Prosopis-Opuntia, Celtis y Mimos*a) y en algunos casos Bosque bajo abierto de encino (*Quercus- Rhus* y *Montanoa*). Caracterizada ésta conforme a la clasificación propuesta por González *et. al* (2007). Todo lo anterior, en localidades de los Municipios de: Nombre de Dios, Vicente Guerrero, y Poanas (Figura 1).

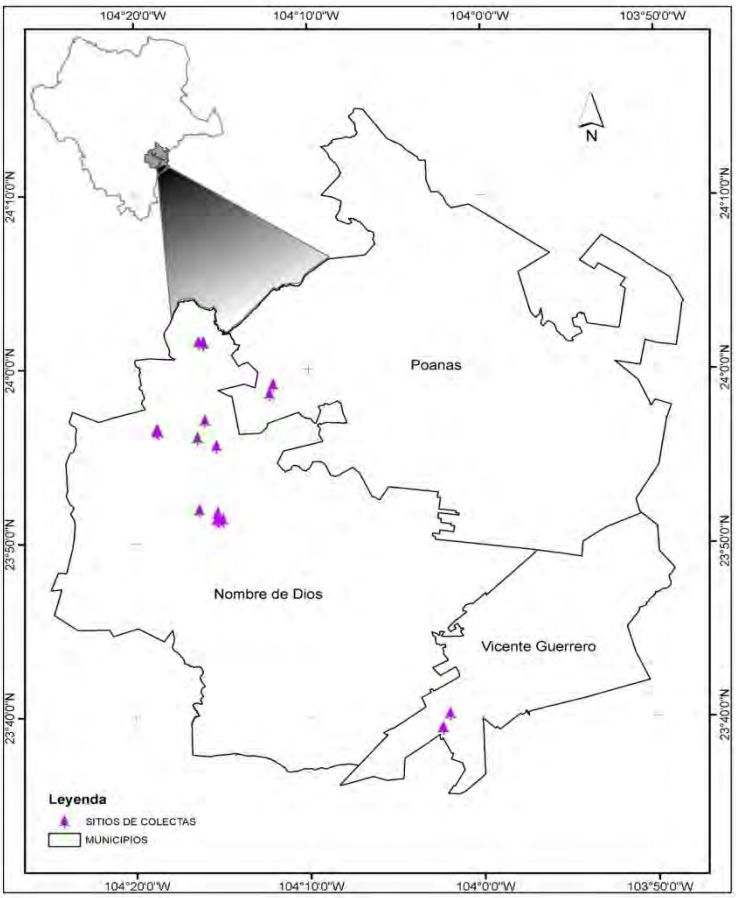


Figura 1. Ubicación de sitios de colecta en S-E del estado de Durango.

Entre los años del 2013 al 2016, se recolectaron 25 muestras de frijol silvestre (*P. vulgaris*) y se utilizaron 250 vainas para estimación de los valores cuantitativos.

Con un calibrador digital marca Truper modelo CALD-6MP, se realizaron mediciones de las dimensiones de las vainas en milímetros, utilizando 10 vainas por muestra

RESULTADO Y DISCUSIÓN

El mayor número de muestras en la colecta de frijol silvestres se registró en el municipio de Nombre de Dios con 19, seguido por Vicente Guerrero con cuatro y Poanas solo con dos.

Los valores encontrados son:

Longitudes de vainas de 3.0 cm (mínima), 9.6 cm (máxima) y 6.8 cm (promedio),

El ancho de las vainas fue de 3.4 mm (mínima), 10.25 mm (máxima) y 5.9 mm (promedio)

El número de semillas por vaina fue de 1 (mínimo), 10 (máxima) y 4.96 (promedio).

En el estudio realizado por Lépiz y Ramírez (2010), registraron:

Longitud de vainas (5.28cm a 10 cm, y promedio 6.85 cm),
Ancho de vainas (3.80 mm a 7.0 mm y promedio 4.79 mm) y
Numero de semillas por vainas (6.20 a 9.80 y promedio 7.70).

La variaciones en longitudes (mínima y máxima), ancho de vaina (mínima, máxima y promedio) y numero de semillas por fruto (mínima, máxima y promedio), de los ejemplares de frijol silvestre (*P. vulgaris*) encontradas en el presente estudio, se debe a las condiciones ambientales, que se presentan en las áreas de recolección.

CONCLUSIONES

Estos resultados permiten contribuir al conocimiento de los rasgos morfológicos del género *Phaseolus* en el estado de Durango. Aun cuando el número de muestras para el área municipal de Poanas y Vicente Guerrero, no es representativo por la falta de mayor exploración botánica. Además, sería conveniente conocer las plagas y enfermedades que afectan la proliferación y conservación de las especies silvestres del género, en su medio natural.

Agradecimiento a SINAREFI-SNIC-SAGARPA 2013, por el financiamiento parcial del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

Acosta Gallegos, J.; J. Muruaga Martínez; F. Cárdenas R. 1983. Distribución de especies del género Phaseolus en el estado de Durango. INIFAP. Centro de Investigaciones Norte-Centro, Durango, México. 9:1, 13-22p.

Cárdenas R: 1997. Catalogo para la utilización, conservación y disponibilidad de *Phaseolus* en México. SAGDR-INIFAP. Informe final SNIB-CONABIO. Proy 047. Mes. DF.

Delgado Salinas y Susana Gama López. 2015. Diversidad y distribución de los frijoles silvestres en México. Revista Digital Universitaria. vol.16, No.2

González, E.; M. González, E y Y. Herrera. 1991. Listados Florísticos de México. IX. Flora de Durango. I nstituto de Biología. UNAM. México, D.F.

Gepts, P., & Debouck, D. 1991. Origin, domestication, and evolution of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In Van Schoonhoven, A & Voysest, O (Eds). Common Beans, Research for Crop Improvement. CIAT, Cali, Colombia. P 7- 53.

González-Elizondo, M. S., González-Elizondo, M., & Márquez-Linares, M. A. (2007). Vegetación y Ecorregiones de Durango− Plaza y Valdés Editores-Instituto Politécnico Nacional, México, DF CIIDIR-IPN, Durango, México.

Kaplan L. & Kaplan, L.N. 1988. Phaseolus in archeology. In: Gepts, P. (Ed). Genetic Resources of Phaseolus beans. Kluwer, Dordrecht, Netherland. 1988. pp.125-143.

Lépiz I. y Ramírez D.R. 2010. Los Parientes Silvestres del Frijol Común en el Occidente de México. Orgánica Editores. Universidad de Guadalajara SINAREFI, Guadalajara, México. 64 p.

Rosales R; Hernández S; González M; Acosta J. A. and Mayeck N. 2005 Genetic relationships and diversity revealed by aflp markers in Mexican common bean bred cultivars. Crop Science 45:1951-957.

Singh, S. P. 1999. Production and utilization. *In*: S.P. Sing (ed.) Common bean improvement in the Twenty first century. Developments in plant breeding. Vol. 7. Kluwer Academic Publishers. p. 1-24.

COMPORTAMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE CEBADA MALTERA (*Hordeum vulgare* L.), EN EL NORTE DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

Domínguez-López René .F[1]., Macías-Valdez Luis. M[2]., Quiroz-Andrade Fabián .J[1]., Galindo-Reyes Manuel. A[2]., De Velasco-Galván Soren, H[1].

Profesor-Investigador[1], Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, Dirección Académica de Desarrollo de negocios y Agricultura Sustentable y Protegida. Investigador Titular[2], Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Pabellón. Correo electrónico rene.dominguez@utna.edu.mx C.P. 20400 Tel. (465) 9-65-00-30 Ext: 3312

INTRODUCCIÓN

Con la incorporación de nuevos cultivos agrícolas a la región centro-norte del estado de Aguascalientes, requiere de una mejor tecnología de producción de los cultivos, la cebada maltera está sujeta a esta condición de desarrollo, de tal manera que cuando es introducida a una nueva región sufre un proceso de adaptación (Ramírez-Novoa *et al*., 2014). Pero a la vez, es necesario acatar las recomendaciones técnicas del cultivo. Para que haya un mejor aprovechamiento y eficacia del manejo del agua de riego y la densidad siembra en el terreno, nutrimentos y la aplicación de los agroquímicos (Ramírez-Novoa *et al*., 2014). Los principales productores de cebada maltera en México son los siguientes estados: Chihuahua 0.08%, Durango 3.47%, Guanajuato con el 5.24%, Hidalgo con el 39.50 % de la producción, Jalisco 0.14%, estado de México 10.77%, Oaxaca con el 0.05%, Querétaro 0.001%, San Luis Potosí 5.31%, Tlaxcala con el 13.29%, Veracruz 0.11% y por último el estado de Zacatecas con el 10.83% (SIAP, 2017). Es importante mencionar que el estado de Aguascalientes no figura como productor de cebada maltera, pero con las características edafo-climatica que tiene la entidad federativa seria un buen productor de dicho cultivo. Es importante mencionar, que existen varios métodos de siembra en cebada maltera, tradicionalmente se han sembrado al voleo, con sembradoras de granos finos para una mejor cobertura total, en melgas, en camas y recientemente (Ortiz, 2017), la siembra en surcos, en doble hilera, el sistema de pileteo, pero la siembra en surcos ha demostrado mejor aprovechamiento del agua y mejoría de las labores culturales, la planta de cebada se desarrolla más vigorosamente y disminuye el factor del acame; además de ser compatible con los sistemas de labranza de conservación, aumenta la producción y se mejoran algunas propiedades físicas de los suelos (García *et al* ., 2003; García y Gámez 2002). Sin embargo, en el estado de Zacatecas, los productores han adoptado un nuevo sistema de siembra de cebada maltera (27%), en donde se utiliza en surco a doble hilera con pileteo (SSDHP), donde se incrementaron los rendimientos, se redujo la densidad de siembra, y hubo ahorros en su costo de producción. Así mismo, se determinó que los factores que limitan la adopción de la tecnología de SSDHP en esa entidad federativa son, recursos

económicos, la poca o nula disponibilidad de maquinaria agrícola especializada para realizar la SSDHP y el seguimiento o poca disponibilidad de la asistencia técnica (Sánchez-Toledano *et al*, 2017). La estimación del rendimiento en entornos que desde condiciones óptimas a condiciones más críticas de estrés permiten conocer la capacidad de adaptación de las diferentes variedades a un amplio rango de condiciones ambientales (Araus *et al,* 2008). La diferencia de rendimiento se atribuye al potencial productivo del medio ambiente y a la genética de la variedad en interacción con el primero (Hortelano *et al*., 2013). El principal objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento de cuatro variedades de cebada maltera al norte del estado de Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en terrenos de la universidad tecnológica del norte de Aguascalientes, cuyas coordenadas geográficas son 22^0 13" latitud norte y 102^0 16" longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1927 m. en el Municipio de Rincón de Romos, Ags. Antes de establecer la siembre de cebada maltera, se tomaron los siguientes datos: Para determinar la textura del suelo, se realizó por el método de bouyoucos a una profundidad de 0 a 30 cm, para la materia orgánica se usó la metodología Walkley y black, para la densidad aparente fue realizado por el método de la probeta, así mismo, se determinó hierro, manganeso, zinc, y cobre, en el suelo por la metodología Quelatante DTPA, para el potasio, calcio, magnesio y sodio, fue realizado por el método de Acetato de amonio. Para el nitrógeno fue realizado por la metodología de Micro-Kjeldahl. Se evaluaron cuatro variedades de cebada maltera, 1.- Doña Josefa, 2.- Abi Voyager 3.- AC Metcalfe 4.- Esmeralda. El diseño experimental utilizado fue diseño de bloques al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestran los resultados de la textura del suelo, materia orgánica, pH del suelo, y nutrientes solubles, de los datos antes mencionados se observa, que es un suelo de textura franco arcilloso arenoso, la densidad aparente es moderada mente elevada, el porcentaje de materia orgánica es pobre. Con relación a la fertilización al momento de la siembra, se agregaron 400 kg de sulfato de amonio y 125 kg de fosfato diamónico, en las diferentes etapas vegetativas de la cebada se aplicaron 600 kg de urea el cual se incorporó al cultivo mediante el riego. Para el control de la maleza de hoja ancha de aplicó el 2,4 amina dos litros por hectárea y para hoja angosta de aplicó axial (1 litro por hectárea), para la maleza de chayotillo se aplicó el herbicida puma de un litro por hectárea.

Cuadro 1. Caracterización del sitio experimental.

Concepto	Resultados	Concepto	Resultados
Textura del suelo	*Franco Arcilloso Arenoso*	Magnesio	134.8 mg kg^{-1}
Densidad aparente	1.3 gr/cm^3	Sodio	41.5 mg kg^{-1}
pH	6.8	Hierro	16.5 mg kg^{-1}
% de Materia Orgánica	1.1	Manganeso	25.5 mg kg^{-1}
Nitrógeno	5.4 mg kg^{-1}	Zinc	1.4 mg kg^{-1}
Fósforo	51.0 mg kg^{-1}	Cobre	1 mg kg^{-1}
Potasio	493.2 mg kg^{-1}	Boro	1.2 mg kg^{-1}
Calcio	1186.0 mg kg^{-1}	CIC	8.56 mg kg^{-1}

Determinación del tamaño de espiga, peso hectolitro, altura de planta, rendimiento de grano.

Para los datos antes mencionados, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con dos repeticiones, el cultivo de cebada maltera, se estableció en el mes de julio y se cosecho en el mes de diciembre de 2017, durante ese tiempo se dio seguimiento a la temporada de secano, donde se tuvo una precipitación pluvial de 530 mm.

En el Cuadro 2, puede observarse el análisis de varianza para la variable del tamaño de la espiga de las plantas de las cuatro variedades en la evaluación, se detectó diferencia o altamente significativa ($P \leq 0.01$), lo que indica que el tamaño de la espiga de cada variedad de cebada maltera, tiene diferente tamaño. Sin embargo, no se detectó diferencia estadística ($P \leq 0.05$), para las repeticiones, determinando que hubo un buen bloqueo para la evaluación de las variedades. El coeficiente de variación fue de 8.3 %, el cual se considera bojo indicando que los datos utilizados para la realización de los análisis son confiables.

Cuadro 2. Análisis de Varianza de Tamaño de espiga .

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	*3*	132.755859	44.251953	14.0700	0.000
Bloques	5	29.297852	5.859571	1.8631	0.161
Error	15	47.176758	3.145117		
Total	23	209.230469			

En el Cuadro 3, se observa en el análisis de varianza, para la altura de la planta de las cuatro variedades de cebada maltera, el cual detectó diferencia altamente significativa (P≤0.01), lo que indica que la altura de la planta de cada variedad de cebada fue diferente. Además se observa que las repeticiones no mostraron diferencias estadísticas lo que indica que existió una distribución adecuada de bloques al azar para su evaluación. El coeficiente de variación fue bajo con un valor de 8.4 %.

Cuadro 3. Análisis de Varianza de Tamaño de Espiga.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	4541.500000	15.13.833374	24.2484	0.000
Bloques	5	102.593750	20.518749	0.3287	0.888
Error	15	936.453125	62.430213		
Total	23	5580.546875			

En el Cuadro 4, para determinar el peso hectolítrico entre tratamientos, se realizó el análisis de varianza, el cual detecto diferencia estadística (P≤ 0.05) para las variedades, y para los bloques no se detectó diferencia lo que indica que hubo buena distribución de los tratamientos en este experimento. El C.V fue de 8.7% considerando y reflejando que los datos utilizados en esta investigación fueron representativos de cada variedad y confiables.

Cuadro 4. Análisis de Varianza de Peso Hectolitro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	*3*	424.664063	141.554688	5.1824	0.012
Bloques	5	8.921875	1.784375	0.0653	0.995
Error	15	409.718750	27.314583		
Total	23	843.304688			

Se realizó el análisis de varianza del peso del grano (Cuadro 5), mediante un diseño experimental de bloques al azar, muestra que la variable de rendimiento de las cuatro variedades de cebada maltera, detecto diferencia altamente significativa al 1 % de probabilidad (P≤ 0.01), lo que indica que las variedades manifestaron un rendimiento diferente entre ellos. El valor del coeficiente de variación de 32.1%. Se considera un poco alto, lo que indica que los

datos utilizados para el cálculo de rendimiento tienen cierto nivel de confiabilidad, esto debido a que el muestreo fue realizado en un terreno heterogéneo, por fertilidad, nivel de humedad del riego u otro factor que no permitió el desarrollo homogéneo de las variedades. En este caso de bloques o repeticiones no se detectó diferencia estadística esto indica que el boqueo al establecer el experimento fue adecuado.

Cuadro 5. Análisis de Varianza de Rendimiento de Grano.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	24392512.00	8130837.5000	15.0871	0.000
Bloques	5	1325008.00	189286.85375	0.3512	0.920
Error	15	11317488.00	538928.00000		
Total	23	37035008.00			

En el Cuadro 6, se muestra el análisis varianza realizado para el rendimiento de forraje expresado como peso seco, detecto que existe diferencia estadística al 5 % de probabilidad para los tratamientos evaluados, esto significa que las cuatro variedades mostraron diferente rendimiento entre ellas. Para las repeticiones no se detectó diferencia estadística lo que indica que el bloque para evaluar las repeticiones fue el adecuado. Con lo que respecta al coeficiente de variación fue de 8.7 %el cual se considera bajo, lo que indica que los datos utilizados para realizar el análisis fueron confiable.

Cuadro 6. Análisis de Varianza Producción de Forraje de la Cebada Maltera.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	4331904.000000	1443968.000000	5.2866	0.011
Bloques	5	85568.000000	17113.599609	0.0627	0.995
Error	15	4097024.000000	273134.937500		
Total	23	8514496.000000			

En el Cuadro 7 se observan los valores de tratamiento de medias, a través de la diferencia mínima significativa (P≤ 0.05), la cual detecto que la variedad que tuvo la espiga de mayor tamaño fue la variedad Met Calfe con un valor de 24.2 centímetros, aunque es igual estadísticamente a la variedad Abi Voyager que tuvo un valor de 23.2 centímetros. La diferencia mínima significativa (DMS) para determinar la diferencia fue de 2.2 centímetros. Con lo que respecta a la comparación de los promedios de altura de las variedades de cebada maltera. Se observa que la variedad AC

Met Calfe fue la que obtuvo la mayor altura de planta con un valor de 108.0 centímetros aunque es igual estadísticamente (P≤ 0.05 a Abi Voyager con 106.2 centímetros. La diferencia mínima significativa fue de 9.7 cm. Para definir la diferencia entre tratamientos (variedades). Para el peso hectolitro, a través del diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad, la cual detectó que la variedad Abi Voyager tiene el mayor peso específico del grano medido a través del peso hectolitrito con un valor de 64.9 gramos aunque es estadísticamente igual a la variedad Doña Josefa que obtuvo un valor de 61.5 gramos, el valor de la diferencia mínima significativa para determinar la diferencia entre tratamientos fue de 6.4 gramos. Con lo que respecta al peso del grano, se realizó mediante la diferencia mínima significativa (DMS), en donde se observa que la variedad Doña Josefa fue la que mostro el máximo rendimiento con 3.575 kg ha^{-1}, y es estadísticamente superior a las otras tres variedades evaluadas y la variedad que obtuvo el rendimiento más bajo fue Esmeralda con 1.350 kg ha^{-1}. El valor de la DMS fue de 763 kg ha^{-1}. Por último, se muestran las tablas de medias de la producción de forraje, lo que indica que la variabilidad entre ellas no se debe al azar, sino al efecto del genotipo en evaluación. En este caso la variedad Abi Voyager fue la que obtuvo el mayor rendimiento con 6, 598 kg ha^{-1}, aunque es estadísticamente (P ≤ 0.5) a la variedad Doña Josefa que registro un rendimiento de 6,161 kg ha^{-1}. La diferencia mínima significativa (DMS) para esta variable fue de 643 kg ha^{-1}.

Cuadro 7. Tabla de medias de espiga, altura, peso hectolitro, peso de grano y forraje.

Tratamiento	T. de M. de tamaño de espiga	T. de M. de altura de planta	T. de M. de peso hectolitro	T. de M. de peso de grano	T. de M. de producción de forraje
1.- Doña Josefa	19.7667 B	83.7833 B	61.5117 AB	3575.000 A	6598.00 AB
2.- Abi Voyager	23.1667 A	106.1667 A	65.8917 A	2587.500 B	6598.000 A
3.- AC Met Calfe	24.2500 A	108.0000 A	58.7533 BC	1637.500 C	5874.00 BC
4.- Esmeralda	18.5333 B	76.4167 B	54.3183 C	1350.000 C	5431.166 C

CONCLUSIONES

- Con relación al tamaño de la espiga, las variedades que mejor respuesta obtuvieron fueron la Abi Voyager y la AC Met Calfe en comparación a las otras variedades.
- Con lo que respecta a la altura de la planta sobresalieron las variedades Abi Voyager y la AC Met Calfe, y en segundo lugar quedo Doña Josefa y la Esmeralda.

- El peso hectolitro las variedades que sobresalieron fueron la Abi Voyager y Doña Josefa en comparación con las otras variedades de cebada maltera.
- Con relación al peso del grano de la cebada maltera, la variedad que obtuvo un rendimiento mayor fue Doña Josefa, en comparación con las demás variedades de cebada maltera.
- Con lo que respecta al rendimiento de forraje, los mejores resultados obtenidos fueron por las variedades de Abi Voyager y Doña Josefa en comparación con las otras variedades.

BIBLIOGRAFÍA

Araus, J.L, G.A. Slafer, C. Royo, and M.D. Serrat. 2008. Breeding for Yield Potential and Stress Adaptation in Cereals. Critical Reviews in Plant Sciences 27(6): 377-412.

García RJJ; Gámez VFP; (2002).Tecnología de Producción de Semillas de Cebada Maltera en Surcos. INIFAP-CEBAJ, Impulsora Agrícola. Fundación Produce A.C. Desplegable para Productores. No. 2.

García RJJ; Gámez VFP; Arreola TJM; Zamora DM; Solano HS (2003). Producción de Semillas de Cebada Maltera en Surcos a Doble Hilera; Calibración de Sembradoras, INIFAP-CEBAJ, Celaya Guanajuato, Folleto Técnico No. 4. Pp. 7-10.

Hortelano, R., H.E. Villaseñor, E. Martínez., M.F. Rodríguez, E. Espitia., y L.A. Mariscal 2013. Estabilidad de Variedades de Trigo Recomendadas Para Siembra de Temporal en los Valles Altos de la Mesa Central. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4 (5); 713-725.

Ortiz. V. M., Guía Para Cultivar Cebada Maltera en Zona Norte. Agronegocios, Grupo Modelo- AB INBEV, Ciudad de México. Pp 4-5

Rodríguez, R.E., J.F. Ponce, E.O. Rueda, L Avendaño, J.J. Paz, J. Santillano, y M. Cruz. 2011. Interacción-Ambiente para la Estabilidad de Rendimiento en Trigo en la Región de Mexicali, B.C. México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 14:543-558

Ramírez-Novoa U.; Rodríguez Guillen A.; Morán Vázquez N.; Cervantes Ortiz F.; Mendoza Elos M.; Rangel Lucio J. A. (2014). Manejo Agronómico de Cebada Maltera. Rendimiento de Semillas y Componentes. (En línea) disponible: http://www.somecta.org.mx/Revistas/somectavol.2.1/4.%20CYTAM-2014-07.%20JOSEA.RANGELLUCIO.pdf consulta: 10/04/2018

Sánchez-Toledano B.I; Zegbe J.A; Espinoza –Arellano J.J and Rumayor –Rodríguez A.F. (2017). Adopción Tecnológica de Surcos-Doble Hilera con Pileteo en Cebada Maltera. (En Línea) Disponible: www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/2052/1047, consultado 15 de enero de 2018. pp 1-5

SIAP.2018. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Disponible en https://www.gob.mx/siap (consultado el 10 de abril de 2018).

CONTENIDO DE LICOPENO EN TOMATES ESTABLECIDOS EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO BAJO INVERNADERO

Núñez Aguilar, N. E.[1]; Rodríguez Guillén, A.[2]; Muñoz Ramos, J. J.[2]; Hernández López, D.[1]

[1]Instituto Tecnológico de Celaya. Depto. Ingeniería Bioquímica. Av. Tecnológico y García Cubas S/N. Apdo. Postal 57. C.P. 38010, Celaya, Gto.; [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío (CEBAJ). Km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto. C.P. 38010 Celaya, Gto.

INTRODUCCIÓN

En este estudio se determinó el contenido de licopeno en tomate bola, injertado y sin injertar, cultivado en diferentes sistemas de cultivo, utilizando técnicas de colorimetría y espectrofotometría. Se presentaron diferencias significativas en cuanto al contenido de licopeno entre los sistemas de cultivo, al grado de madurez del fruto y al efecto del injerto. Los valores obtenidos para licopeno fueron significativamente mayores para el tomate cv. Gironda injertado, particularmente en los establecidos en cultivo sin suelo (CSS), cultivado en suelo (CS) y cultivado en suelo + composta (CS+C). Los métodos espectrofotométrico y colorimétrico presentaron comportamientos similares, pero se recomienda el segundo por ser más rápido y no destructivo, lo que facilita su uso en el campo.

El tomate es una hortaliza tradicional, una de las más ampliamente consumidas en el mundo y de uso indispensable en la gastronomía mexicana y, además de su gran valor nutritivo, tiene el valor agregado de ser nutracéutico por su alto contenido de licopeno. Esta sustancia es un pigmento vegetal con un poderoso efecto antioxidante y anticancerígeno, que le proporciona el color rojo característico a los tomates, sandías, pimientos rojos y otras frutas y hortalizas. Además, es el carotenoide de mayor contenido en los tomates maduros (aproximadamente 83%), encontrándose en porcentaje también importante el β-caroteno (entre 3 y 7%), y otros como son el γ-caroteno (estos dos con actividad provitamínica A), fitoeno, fitoflueno, etc. En las fases tempranas de desarrollo del fruto la clorofila les proporciona el color verde y, cuando inicia el proceso maduración, la clorofila se degrada y los carotenoides son sintetizados, sobresaliendo el contenido de licopeno (Torregrosa, 2005).

El licopeno pertenece a la familia de los carotenoides, como el β-caroteno, que no es sintetizado por el cuerpo humano sino solo por algunos vegetales y microorganismos, por lo que el ser humano debe obtenerlo en su dieta a partir de alimentos muy definidos, fundamentalmente a través del consumo del tomate y sus derivados. El licopeno se encuentra presente en el organismo humano tanto en sangre en cantidad de 30 µg/dL como en tejidos y

se distribuye de forma variable, concentrándose principalmente en la próstata (Telis *et al*., 2004).

En los jitomates el licopeno es el principal carotenoide, comprende cerca del 95% del total y es responsable del color rojo (Gordon y Barret, 2006). La cantidad de licopeno que tiene un tomate es de 3 a 12.2 mg por cada 100 g de jugo de fruto maduro. En los tomates de ensalada es alrededor de 3 mg/100 g y en los de tipo pera esa cifra es diez veces mayor. Se estima que, a partir de frutas y hortalizas frescas, la cantidad de licopeno consumido es de aproximadamente 1.3 mg/persona/día, aunque la ingesta es muy variada, con un promedio entre 3 y 7 mg/día (Torresani, 2009).

El color de los frutos es un factor crítico porque es decisivo en la apariencia y porque casi siempre es indicativo de su grado de madurez y lozanía. En el tomate, el color es un atributo de calidad muy importante porque afecta la decisión de compra del consumidor y también es un factor de calidad de mercado para la industria de este producto. Además, el color es un parámetro indirecto usado para conocer el contenido de clorofila y de carotenoides como el licopeno y las mediciones objetivas del color, en valores de cromaticidad, se pueden utilizar para estimar su concentración en el fruto (D'Souza *et al*., 1992). El licopeno es degradado bajo diferentes condiciones, estas pueden ser isomerización y oxidación, lo que impacta en su bioactividad y reduce la funcionalidad para los beneficios en la salud (Xinaquan *et al*., 2005).

El licopeno es un poderoso antioxidante que ayuda a prevenir enfermedades degenerativas como son diferentes tipos de cáncer (de próstata, de pulmón y del tracto digestivo), enfermedades cardiovasculares y el envejecimiento (Willcox *et al*., 2003; Kun *et al*., 2007; Monsalve y Machado, 2007). Un gran número de procesos cancerígenos y degenerativos están asociados a daños oxidativos sobre el genoma y los mecanismos genéticos de control de la proliferación y diferenciación celular. El licopeno actuaría como un poderoso neutralizador de radicales libres (óxido y peróxido) atenuando los daños oxidativos sobre los tejidos, mucho más que otros antioxidantes como la vitamina E, o el betacaroteno. Además, actúa modulando las moléculas responsables de la regulación del ciclo celular y produciendo una regresión de ciertas lesiones cancerosas. Un estudio realizado durante seis años por investigadores de la Universidad de Harvard en una población de 48,000 sujetos reveló que el consumo de licopeno redujo en un 45% las posibilidades de desarrollar cáncer de próstata en una población de 48,000 sujetos que tenían en su dieta por lo menos 10 raciones semanales de tomate o subproductos de éste. El licopeno es el carotenoide predominante en la composición de los tejidos humanos, concentrándose especialmente en la próstata, lo que podría explicar su fuerte

acción preventiva en la aparición de cáncer de próstata (Giovannucci *et al*., 2002). Sin embargo, este compuesto no actúa solo, tal como lo avalan numerosos estudios epidemiológicos, pues estudios recientes han demostrado que otros mecanismos son responsables de sus propiedades benéficas (Kun *et al*., 2007).

Existen numerosos estudios que sugieren que un elevado nivel de licopeno en la sangre puede asociarse con prevención de algunas enfermedades cardiovasculares derivadas del estrés oxidativo, al reducir los niveles de colesterol en forma de lipoproteína de baja densidad (LDL), que produce aterosclerosis. Por ello, la ingesta de tomate reduce la incidencia de enfermedades cardiovasculares, disminuyendo hasta en un 60% los riesgos de infarto (Arab y Steck, 2000).

El contenido en licopeno aumenta con la maduración de los tomates y puede presentar grandes variaciones según la variedad, condiciones del cultivo como el tipo de suelo y clima, tipo de almacenamiento, etc. (Telis *et al*., 2004). De forma general, el contenido de licopeno es menor en los tomates cultivados en invernadero en cualquier estación comparado con los tomates producidos al aire libre durante verano, así como también es menor en frutos que se recolectan verdes y maduran en almacén en comparación con los frutos madurados en la planta.

Este estudio se realizó con los objetivos de evaluar el contenido de licopeno en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. Gironda) injertados y sin injertar, que se produjeron en diferentes sistemas de cultivo: En suelo sin composta (CS), en suelo con composta (CS+C) y en cultivo sin suelo (CSS). Se determinó el contenido de licopenos por espectrofotometría (D´Souza *et al*., 1992; Arias *et al*., 2000; García *et al*., 2009) y colorimetría (Watada *et al*., 1976).

MATERIALES Y MÉTODOS

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Gironda fue cultivado en un invernadero del Campo Experimental Bajío (INIFAP), ubicado en Celaya, Gto., durante el ciclo 2004-05. Se evaluó el contenido de licopeno en frutos desarrollados bajo tres sistemas de cultivo: sin suelo (CSS), en suelo sin composta (CS) y en suelo + 100 t/ha de composta (CS+C). El híbrido plantado fue Gironda, que es un tomate de tipo bola, con hábito de crecimiento indeterminado. Como referencia, se midió la concentración de licopeno en frutos saladette y de un centro comercial. En los tratamientos injertados se usó el portainjertos Maxifort. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Los resultados también se analizaron mediante tablas dinámicas (herramienta de Excel) debido a lo práctico que resulta

analizar una gran serie de variables de respuesta, así como por la facilidad en la interpretación de su comportamiento. Las plantas se desbrotaron y condujeron a un solo tallo, a una densidad de plantación en tresbolillo de 2.7 plantas/m² (dos hileras de plantas/cama, a 20 cm entre hileras y 40 cm entre plantas; mientras que la distancia entre camas fue de 1.8 m).

Determinación colorimétrica. Los frutos se cosecharon en diez estados diferentes de maduración, variando de verde maduro al intenso color rojo de acuerdo a la Norma Europea; se analizaron por cuadruplicado y fueron analizados mediante un colorímetro tri-estímulo, marca Konica Minolta modelo CR-400 (Figura 2).

Figura 2. Colorímetro Minolta CR-400.

Los frutos se lavaron con agua destilada y se secaron completamente. La medición de color se realizó en la superficie de los frutos, en tres diferentes puntos para obtener el valor promedio. Primero, se calibró el colorímetro con una placa blanca de calibración. Las lecturas obtenidas se reportan en el sistema internacional de color (CIE) L*, a*, b* (D´Souza *et al*., 1992; Arias *et al*., 2000, García *et al*., 2009). El croma y color se calcularon en base de las cuatro ecuaciones siguientes: (1) Chroma (a*2 + b*2); (2) H°= tan-1 (b*/a*) cuando a* > 0 y b*_ 0; (3) H°= 180 + tan-1 (b*/a*) cuando a* < 0, y (4) Licopeno (mg/100g) = 11.848 (a*/b*) + 1.5471

Determinación espectrofotométrica. Después de la medición del colorímetro, se tomaron 3 g del pericarpio de los frutos. Los carotenoides se extrajeron de la muestra con una mezcla de hexano y acetona (3:2) y, por cada g de pericarpio de tomate, se adicionan 2 mL de la mezcla y se agitó vigorosamente en un vórtex. La mezcla se centrifugó a 4000 revoluciones/5 min. Se extrajo la parte orgánica superior mediante una micro-pipeta Eppendorf, con capacidad de 1 mL. Se midió el volumen de dicha extracción y se leyó a 502 nm. La extracción se realizó en

condiciones de obscuridad para evitar la isomerización y degradación del licopeno. La ecuación utilizada para el cálculo de licopeno fue la siguiente: (5) Licopeno (µg/mL) = A 502/0.32.

Figura 3. Centrífuga con rotor oscilante y espectrofotómetro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron similares a los esperados ya que la relación en el contenido de licopeno varió de acuerdo a las condiciones de cultivo, al tipo de fruto y a su grado de madurez (Telis *et al*., 2004). Durante el desarrollo y maduración del tomate esta variación fue muy amplia, alcanzando valores de 0.025 m/100 g en frutos inmaduros (totalmente verdes), de 0.100 mg/100 g en frutos verdes con endocarpio gelatinoso, de 0.370 mg/100 g en frutos cambiando a color rojo, de 4.600 mg/100 g en frutos completamente maduros y 7.050 mg/100 g en frutos sobremaduros, tal como fue reportado por Tonucci *et al*. (1995), quienes señalaron que las variedades amarillas contienen sólo cerca de 0.50 mg/100 g, mientras que algunas variedades rojas contienen más de 15 mg/100 g. El valor a* aumentó de -11.16 hasta 13.90 mg/100g, debido a la síntesis de licopeno y a la degradación total de la clorofila, esto visto desde el tomate color verde hasta el color rojo intenso, pero sin llegar a que los tomates estuvieran flácidos o sin turgencia. El valor a* mostró una correlación lineal con las fases maduración de los tomates y, en los estados de maduración del 7 al 10 (con 10.28, 10.02, 12.42 y 13.90 mg/100 g, respectivamente), se pudo observar un incremento significativo. Tal como lo reportan Kirk y Tilney-Bassett (1978), al señalar que la concentración del licopeno aumenta con la madurez del fruto cuando los cloroplastos cambian a cromoplastos y por la síntesis en el aumento del licopeno, causando el desarrollo de color rojo, tal como lo indica Torregrosa (2005).

También hubo diferencias significativas en cuanto al contenido de licopeno entre los sistemas de cultivo (P≤0.05), siendo menor el tratamiento de CS, con una media de 5.08 mg/100 g, y similares los de CSS y CS+C, con 6.42 y 6.21 mg/100 g, respectivamente. Además, lo mismo ocurrió con las plantas de tomate injertadas y sin injertar (P≤0.05), donde se observó que los frutos injertados presentaron mayor contenido de licopeno que los no injertados, con 6.30 y 5.51 mg/100 g, respectivamente. Los valores en el contenido de licopeno en los tipos bola, de centro comercial y Roma (saladette) fueron de 10.76 y 7.45 mg/100 g, respectivamente. Comportamiento similar a lo señalado por Telis *et al*. (2004); sin embargo, estos solo sirvieron como valores puntuales para compararlos con los tratamientos evaluados.

Finalmente, las técnicas espectrofotométrica y colorimétrica presentaron comportamientos similares (NS), por lo que se recomienda la segunda por ser más rápida y no destructiva, lo que facilita su uso en el campo.

CONCLUSIONES

Los valores obtenidos para licopeno fueron significativamente mayores para el tomate cv. Gironda cultivado sin suelo (CSS) y en suelo + composta (CS+C).

Tanto el cultivo sin suelo (CSS) y en suelo + composta (CS+C) como el injerto confieren un mayor contenido de licopeno a los frutos de tomate, lo cual le da un valor agregado a este producto al mejorar sus propiedades nutracéuticas.

La técnica de colorimetría tiene mayores ventajas que la de espectrofotometría debido a que es más rápida y no destructiva, lo cual facilita su uso en el campo.

BIBLIOGRAFÍA

Arab, L., and Steck, S. 2000. Lycopene and cardiovascular disease. American Journal of Clinical Nutrition. 71(6), 1691S-1695S.

Arias, R.; Lee, T.C.: Logendra, L., y Janes H. 2000. Correlación del licopeno medida por HPLC y CIE L*, a*, b* mediante lecturas de color de los tomates de hidroponia y la relación de madurez con el color y volumen del licopeno. Journal of Agricultaral and Food Chemistry. 48, 1697-702

Giovannucci, E.; Rimm, E.B.; Liu, Y.; Stampfer, M.J., and Willett, W.C. 2002. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. Journal of National Cancer Institute. 94: 391-398.

Monsalve, J., and Machado, M. 2007. Evaluación de dos métodos de deshidratación del tomate variedad Manzano. Multiciencias. 7:256-265. NMX-FF-54-1982. Norma Mexicana para Exportación de Tomate.

Kun, Y. L., and U. Xiao-Lin, D. 2007. Lycopene: its properties and relationship to human health. Food Rev Int. 22: 309-333.

Telis, V.R.N.; Murari, R.C.B., and Yamashita, F. 2004. Diffusion coefficients during osmotic dehydration of tomatoes in ternary solutions. Journal of Food Engineering. (61) 253–259.

Tonucci, L.H.; Holden, J.M.; Beecher, G.R.; Khachik, F.; Davis, C.S., and Mulokozi, G. 1995. Carotenoid content of thermally processed tomato-based food products. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 43, 579-586.

Torregrosa, F.; Cortés, C.; Esteve, M.J., and Frigola, A. 2005. Effect of high-intensity pulsed electric fields processing and conventional heat treatment on orange-carrot juice carotenoids. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53. 9519-9525.

Watada, A.E.; Aulenbach, B.B., and Worthington, J.K. 1976. Vitamin A and C in ripe tomatoes as affected by stage of ripeness at harvest and supplementary ethylene. Journal of Food Science. 41:856–858.

Willcox, J.K.; Catignani, G.L., and Lazarus, S. 2003. Tomatoes and cardiovascular health. Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. 43: 1–18.

Xinaquan, S.; Shi, J.; Krakuda, Y.; Yueming. 2005. Stability of lycopene during food processing and storage. Journal of Medicinal Food. 4: 413-422.

USO DE CUATRO BIOFERTILIZANTES PARA LA PRODUCCIÓN DE CALABAZA *Cucurbita pepo.,* BAJO INVERNADERO EN DURANGO

Maihualy Martínez Fernández, Homero Sarmiento López, Saúl Santana Espinoza, Sergio Rosales Mata, Gabriela Ramírez[1]

[1]Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP.
Carretera Durango – El Mezquital Km. 4.5, C. P. 34210 Durango, Dgo., México.
martinez.maihualy@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de residuos derivados de las actividades agropecuarias ha ganado importancia a nivel mundial. Su transformación por medio del compostaje a través de un proceso termofílico para convertirlos en materiales más simples, aportan a producto terminado una gran cantidad de elementos disponibles para los cultivos en que sean empleados. Además de todo esto, el uso de este tipo de insumos permite coadyuvar en la conservación de la calidad del suelo debido a que se garantiza la presencia microorganismos que además de contribuir a devolver la fertilidad al suelo, facilita la fijación de nutrimentos a las plantas (Bejarano, 2017).

Uno de los principales problemas a los que se actualmente se enfrenta la agricultura, es que los suelos por el uso y manejo que se le ha ido dando durante los últimos años ha ido perdiendo la capacidad de sostener los cultivos para lograr un máximo desarrollo.

México se colocó en el decimoquinto lugar, dentro del uso de ya que apenas consume 1.8 millones de toneladas (Willer y Yussefi, 2001). A nivel mundial, cerca de 15.8 millones de hectáreas son manejadas de manera orgánica y es factible pensar que todas realizan aplicaciones de abonos orgánicos como la composta. Latinoamérica ocupa el tercer lugar mundial en superficie de producción orgánica después de Oceanía y Europa (Willer y Yussefi, 2001).

México es considerado como un país autosuficiente y exportador de hortalizas, entre los que se encuentran el jitomate, el tomate verde, el chile, la cebolla y la calabacita.

Esta última es originaria de América Central de donde se expandió a diferentes partes del mundo gracias a su alto nivel de resistencia que le permite desarrollarse de manera óptima en cualquier lugar. Cabe mencionar que gracias a sus propiedades y a su alto nivel nutricional, el cultivo de calabaza se ha realizado desde hace miles de años principalmente con fines alimenticios y medicinales. Este cultivo forma parte de los cultivos más importantes entre los

que también se encuentran el maíz y el frijol, por esta razón el país se ubica en el séptimo lugar a nivel mundial como productor (Bejarano, 2017).

Uno de los principales objetivos de aprovechar los residuos de actividades agropecuarias es que al emplearlos podamos obtener productos inocuos para la salud humana, además de disminuir los costos de producción, así como contribuir al uso, manejo aprovechamiento y conservación de los recursos naturales (Muñoz, 2013).

Es por esto, que en el presente trabajo se pretende mostrar, los beneficios a los cuales podemos acceder al implementar este tipo de materiales, además de sumar a nuestra cotidianeidad la elaboración de materiales orgánicos que nos permitan obtener productos tanto para autoconsumo, e incluso para incursionar en las ventas al mercado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente proyecto se llevó a cabo el invernadero del campo experimental "Valle del Guadiana" (CEVAG) del estado de Durango, estableciéndose el 15 de febrero de 2018, bajo un diseño completamente al azar.

Previó al establecimiento y para la preparación del suelo se realizó un rastreo, al mismo tiempo que se estaba realizando está actividad se le incorporaron las compostas que se evaluaron para que se mezclara uniformemente en el espacio donde se establecerá cada tratamiento el cual correspondió a cada composta que se empleó.

Las compostas utilizadas fueron: Bocashi, convencional y tradicional y como referente se tomó un testigo, el cual se fertilizó de manera química a razón de una mezcla de MAP (11-52-00) y Sulfato de Amonio (21N-24S) (Cuadro 1.)

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos establecidos en el experimento para evaluación de

Tratamiento	Descripción
1	Composta comercial
2	Composta tipo Bocashi
3	Composta tipo Convencional
4	Lixiviado de lombriz
5	Fertilización química

La cantidad de composta que se le aplico fue 500 kg por túnel

Las camas se realizaron con un tractor John Dhere modelo 2007, cada cama se construyó de la siguiente manera: 40 m de longitud por 70 cm de ancho. Sobre cada cama se tendió el sistema de riego a doble línea. La siembra se estableció con un marco de plantación de 30 cm entre líneas de siembra y 35 cm entre plantas.

Previo al establecimiento del cultivo se realizó un riego para mejorar las condiciones de humedad del suelo

15 días posteriores a la siembra se evaluó la germinación de la semilla, donde únicamente el 80% de la semilla germino por lo cual se realizó una resiembra en los lugares donde no se obtuvieron resultados, para poder tener uniformidad en el cultivo.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron actividades culturales de deshierbe, aporque, fertilización en el caso del tratamiento químico. Para el control de plagas y enfermedades se aplicó únicamente Palgus® debido a la presencia de gusano soldado.

Previo a la cosecha del cultivo se realizaron tomas de datos para la evaluación del desarrollo del cultivo donde se tomaron en cuenta las variables: altura de planta, diámetro basal, número de hojas/planta, largo y ancho/ planta.

Los datos que se analizaron se tomaron con una semana de diferencia, una semana previa a la cosecha.

Para la toma de datos se utilizó una regla de 50 cm marca maped® y un vernier digital marca Trupper® para determinar los valores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis e interpretación de los datos obtenidos se utilizó una prueba no paramétrica de Kruscal Wallis donde los resultados fueron los siguientes.

Para las variables altura, diámetro, no. de hojas, durante ambas tomas de muestras fecha 1 y 2, se observa que no existieron diferencias significativas entre tratamiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza para las variables altura y diámetro en las fechas 1 y 2 para la evaluación del desarrollo de un cultivo de calabaza bajo invernadero.

Tratamiento	**Altura(cm) f1**	**Altura(cm) f2**	**Diámetro(mm) f1**	**Diámetro(mm) f2**
1	38.88	55.8	13.69	20.27
2	38.85	56.5	14.49	23.91
3	37	53.1	12.34	20.9
4	34.2	51.8	13.04	20.81
5	38.65	56	12.54	20.32

Para las variables No. de hojas (ambas fechas) así como en largo y ancho en la fecha 1 el comportamiento fue similar al de las variables anteriores, por lo que se puede decir que los nutrientes que se proporcionaron y que el cultivo estuvo aprovechando, a pesar de la diferencia de los componentes y naturaleza de cada material, resulta en un desarrollo similar, (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza para las variables no. de hojas, largo y ancho de hoja.

Tratamiento	**No. hojas f1**	**No. hojas f2**	**Largo f1**	**Largo f2**	**Ancho f1**	**Ancho f2**
1	10.4	19	13.16	15.21	16	17.91
2	10.2	15.5	12.28	**17.21**	15.11	**20.07**
3	8.7	16.2	12.21	15.33	15.06	17.37
4	8.9	16.3	11.94	15.44	14.78	17.73
5	8.8	14.3	13.61	**18.63**	16.48	**21.64**

Debido a que se observaron diferencias significativas se procedió a realizar una comparación de medias (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de medias para la variable largo de hoja en la fecha 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tratamiento	Medias	Ranks	
1	15.21	372.08	a
3	15.33	379.12	a
4	15.44	383.33	a
2	17.21	435.67	b
5	18.63	480.89	b

Donde se puede observar que los mejores tratamientos son el 5 y el 2, respectivamente, donde el comportamiento del cultivo abonado con la composta indicada como tipo bocashi, proporciona de forma similar, los nutrientes para que el cultivo se desarrolle satisfactoriamente.

De la misma manera, para la variable ancho de hoja, se realizó la prueba de medias al mostrarse en los resultados que al realizar el análisis de varianza se observan diferencias significativas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de medias para la variable largo de hoja en la fecha 2. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Tratamiento	Medias	Ranks		
3	17.37	371.7	A	
1	17.91	380.23	A	
4	17.73	382.38	a	
2	20.07	435.14		b
5	21.64	480.13		b

CONCLUSIONES

El uso y aprovechamiento de materiales resultantes de las actividades agropecuarias de las comunidades, deriva en un mejor manejo de desechos que de no llegar a ser manejados y empleados adecuadamente pueden ocasionar graves problemas de contaminación.

Al utilizarlos como es el caso del presente trabajo, para la elaboración de compostas, además de disminuir la contaminación de los recursos naturales, nos permite transformarlos en materia secundaria, lo que, para el caso de las actividades productivas agrícolas, permite disminuir costos de inversión y producción, además de disminuir el impacto del uso de productos sintéticos que además de contaminar los recursos suelo, agua, ambiente, provocan la perdida de fertilidad en el suelo, de flora y fauna, así como repercusiones negativas en la salud humana.

BIBLIOGRAFÍA

Bejarano, B. E. P; Delgadillo, A. S. M. 2007. Evaluación de un tratamiento para la producción de compost a partir de residuos orgánicos provenientes del rancho de comidas del establecimiento carcelario de Bogotá “La Modelo” por medio de la utilización de microorganismos eficientes (EM). Tesis de licenciatura. Universidad de La Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria.

Muñoz, V. J. A; Velásquez, V. M. A; Osuna, C. E. S; Macías, R. H. 2013. El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. Revista Chapingo Zonas Áridas. Pp. 27-28

http//hidroponía.mx. Calabaza uno de los principales cultivos en México. On 20 octubre, 2016. Página web. Consultada 22 de julio de 2018.

Willer, Helga und Minou Yussefi, (2001): Ökologische Agrarkultur weltweit 2001- Organic Agriculture Worldwide 2001. Statistiken und Perspektiven - Statistics and Future Prospects. Gefördert durch / Sponsored by BIOFACH/Ökowelt GmbH In Zusammenarbeit mit IFOAM/ In collaboration with IFOAM deutsch-englisch; German-English, SÖL-Sonderausgabe 74, Bad Dürkheim, 3. Auflage Februar 2001, http://www.soel.de/inhalte/publikationen/s_74_03.pdf

RENDIMIENTO DE LA CALABAZA EN RESPUESTA AL ABONADO MEDIANTE CUATRO ALTERNATIVAS ORGÁNICAS, BAJO INVERNADERO EN DURANGO

Maihualy Martínez Fernández[1], Homero Sarmiento López[1], Sergio Rosales Mata[1], Saúl Santana Espinoza[1], María Gabriela Ramírez Valadez[1]

[1]Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP.
Carretera Durango – El Mezquital Km. 4.5, C. P. 34210 Durango, Dgo., México.
martinez.maihualy@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El consumo de calabaza cucúrbita pepo en México se realiza principalmente de los frutos inmaduros o como comúnmente lo llamamos, como verdura.

Durante el 2017 se produjo un total de 189,724 t anual, con un promedio de 15.3 t/ha (SIAP 2017).

En México se presentan dos ciclos de producción de este cultivo, uno durante el tiempo de lluvias y otro durante la época más seca del año, esta característica le permite desarrollarse casi en cualquier región siempre y cuando este asociado a proporcionalidad de que el riego sea suficiente (Sedano 2011).

La calabaza (Cucúrbita pepo) es una planta herbácea anual. Sus tallos son erectos en sus primeras etapas de desarrollo y después se tornan rastreros, estos son angulares, con cinco bordes o filos, cubiertos de vellos.

Las hojas son lobuladas, pubescentes y acorazonadas, el color de las hojas oscila entre el verde claro y oscuro, dependiendo de la variedad, presentando en ocasiones pequeñas manchas blanquecinas, se sostienen por medio de peciolos largos y huecos. (Infoagro, 2018).

Las flores masculinas tienen un pedúnculo muy largo y delgado, a diferencia de las femeninas, que lo tienen corto, los pétalos de ambas flores son de color amarillo en el centro y anaranjado en los extremos, cuando inicia la floración las flores masculinas son las primeras que emergen.

Por su parte el fruto es un pepónide oblongo, que presenta diversos colores de acuerdo a las variedades, donde predominan los grises y verde oscuro y algunas variedades son amarillas,

con semillas generalmente de color blanco, crema o ligeramente café, puntiagudas, lisas, con un surco longitudinal paralelo al borde exterior, longitud de 1.5 cm, anchura de 0.6 - 0.7 cm y grosor de 0.1 - 0.2 cm. El sistema radicular presenta una raíz principal axonomorfa con raíces secundarias (Muñoz 2013)

En el presente trabajo se evalúo el desarrollo y rendimiento de un cultivo de calabaza *Cucurbita pepo*

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se estableció en el invernadero de producción de hortalizas del Campo Experimental Valle del Guadiana.

El 15 de febrero se estableció un cultivo de calabaza cucúrbita pepo de la variedad Grey Zuchini, en invernadero, con un diseño completamente al azar, bajo un sistema de camas meloneras a doble hilera y tres bolillo, cada cama contaba con 40 m de longitud, 70 cm de ancho, 50 cm entre camas, 30 cm entre líneas y 35 cm entre plantas. La siembra se realizó directa al suelo

Durante el desarrollo los cultivos se estuvieron realizando actividades de limpieza en el área, deshierbes, podas, fertilización y hasta llegar a la cosecha.

Dentro de la fertilización y para obtener los resultados planeado al establecimiento del experimento se establecieron 5 tratamientos los cuales son los siguientes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos establecidos para la evaluación de abonos orgánicos en la producción de calabaza *Cucurbita pepo* bajo invernadero

Tratamiento	Descripción
1	Composta comercial (50kg/40 m lineales de suelo)
2	Composta tipo Bocashi (50kg/40 m lineales de suelo)
3	Composta tipo Convencional (50kg/40 m lineales de suelo)
4	Lixiviado de lombriz (50kg/40 m lineales de suelo)
5	Fertilización química MAP + Sulfato de Amonio

Para el establecimiento de los tratamientos 1, 2 y 3, previamente se preparó el suelo del invernadero del CEVAG por medio de una rastra, donde se aprovechó para aplicar las compostas para que al momento de mover la tierra, los materiales se fueran incorporando con el suelo, y al momento de la siembra, la planta pudiera aprovechar las condiciones establecidas para su nutrición.

La nutrición a través de lixiviado se aplicó por medio del sistema de riego y con una mochila de aspersión los días 22 y 28 de marzo.

Para la fertilización química se aplicó una mezcla de 205 g de MAP y 83.33 g de Sulfato de Amonio disuelta en 200 l de agua.

A partir del 13 de abril del 2018 se inició con las labores de cosecha. Para la estimación del rendimiento se tomaron en cuenta las variables: tratamiento, no. de planta, no. de frutos/planta, peso de fruto, largo/fruto, ancho/fruto, lo cual se evalúo en tres fechas diferentes (13 de abril, 27 de abril y 21 de mayo)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los datos se utilizó una prueba no paramétrica de Kruscal Wallis, con el programa estadístico SAS 9.4 donde, después de realizar el análisis de varianza y al observar que existen diferencias significativas se procedió a realizar una prueba de medias con un nivel de significancia $\alpha=0.05$, donde los resultados muestran lo siguiente:

Durante el primer corte después de realizar el análisis de varianza, se observaron diferencias significativas y al realizar la prueba de medias se puede observar que para las variables peso, largo y ancho el tratamiento más sobresaliente es el 2 (composta Bocashi) y donde el segundo mejor tratamiento es el que se refiere a la composta comercial.

Según los análisis realizados se observó que entre tratamientos existieron diferencias significativas, por lo que se procedió a hacer la prueba de medias en los casos necesarios.

Para la variable número de frutos se puede apreciar que el mejor comportamiento entre tratamientos fue se presentó durante el tercer corte en el total de tratamientos, al presentarse el

mayor número de frutos, sin embargo, donde se aprecia que donde menos fluctúo el desarrollo de fruto fue en el tratamiento 1 (composta tradicional) igualmente manteniendo en promedio entre 30 y 35 frutos (Figura 1).

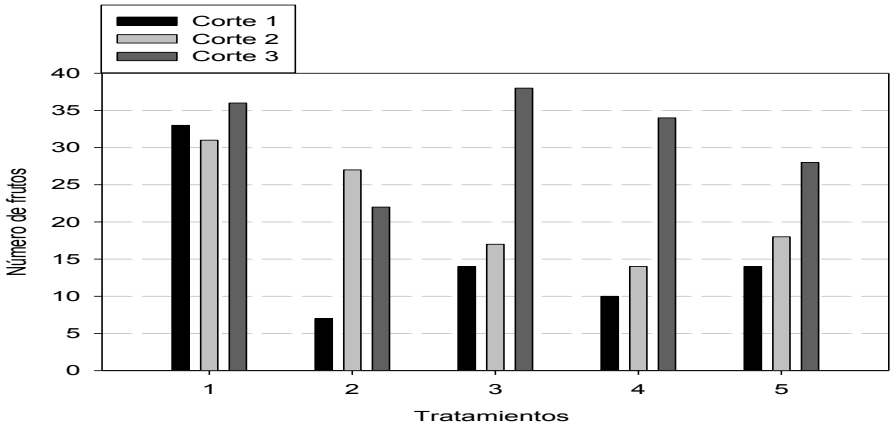


Figura 1. Número de frutos presentes en los diferentes tratamientos durante las tres fechas de corte.

Para la variable peso de fruto se puede apreciar que el comportamiento más sobresaliente entre tratamientos se presentó durante la primera fecha de corte en el tratamiento 2 (composta Bocashi). Con un comportamiento similar aunque con un menor valor en el peso los tratamientos 3 y 4 (composta convencional y lixiviado de lombriz) sobresalieron durante el corte 2 y 3 respectivamente, mostrando que al emplear otro tipo de alternativas más económicas para la fertilización de los cultivos podemos obtener los mismos rendimientos (Figura 2).

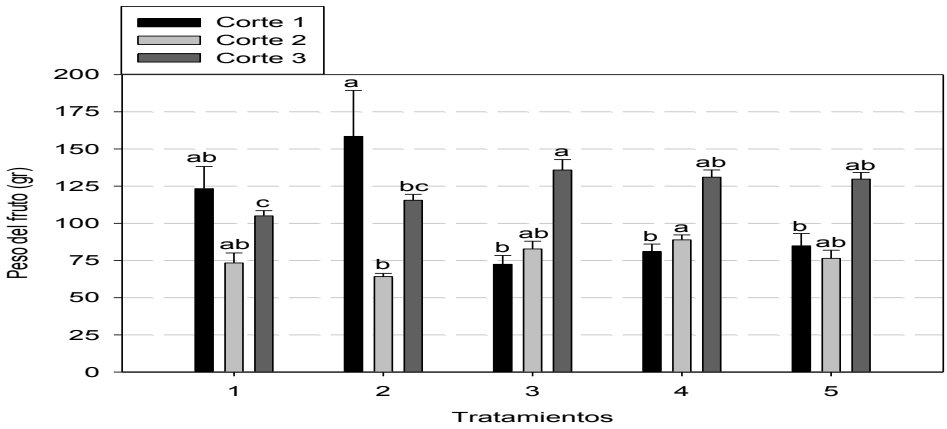


Figura 2. Gráfica de la prueba de medias realizada a la variable peso de fruto durante las tres fechas.

Para la variable largo de fruto (Figura 3), se mostró que no existió diferencia significativa entre los tratamientos en la fecha 1, sin embargo para la fecha 2 el comportamiento difiere, pues el análisis de los datos para esta fecha si arrojo diferencia, donde 3, 4 y 5 mantuvieron un comportamiento similar, mientras que para el tratamiento 1 se expresó que la menor longitud en frutos se presentó en éste y en la fecha 2.

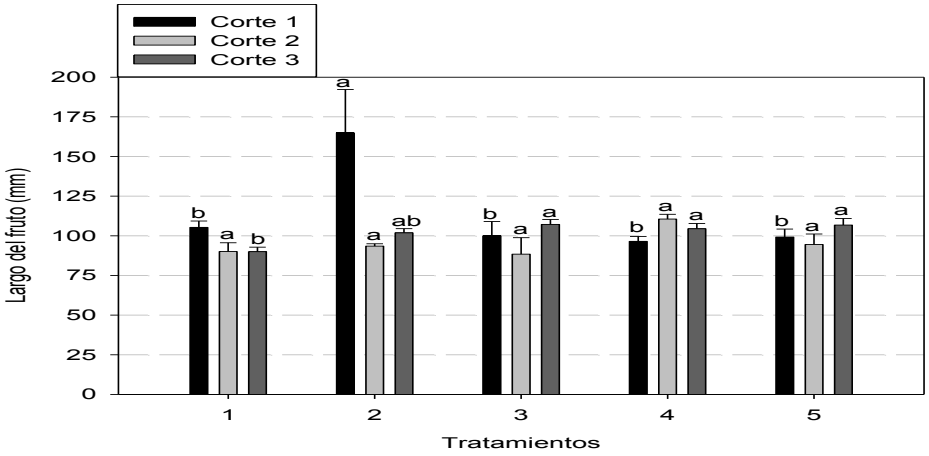


Figura 3. Prueba de medias para la variable largo de fruto durante las tres fechas de corte

Para la variable ancho de hoja, (Figura 4) se puede observar que el tratamiento más sobresaliente fue el 4 (lixiviado de lombriz) mientras que el de menor largo se presentó en el tratamiento 2. En lo general, en esta variable se puede observar que conforme fue avanzando el desarrollo del cultivo, el calibre de los frutos fue disminuyendo, por lo que se puede inferir sobre la efectividad del producto aplicado respecto a que es necesario reforzar la fertilización, ya sea concentrando más la solución a aplicar o con algún afianzador de fruto.

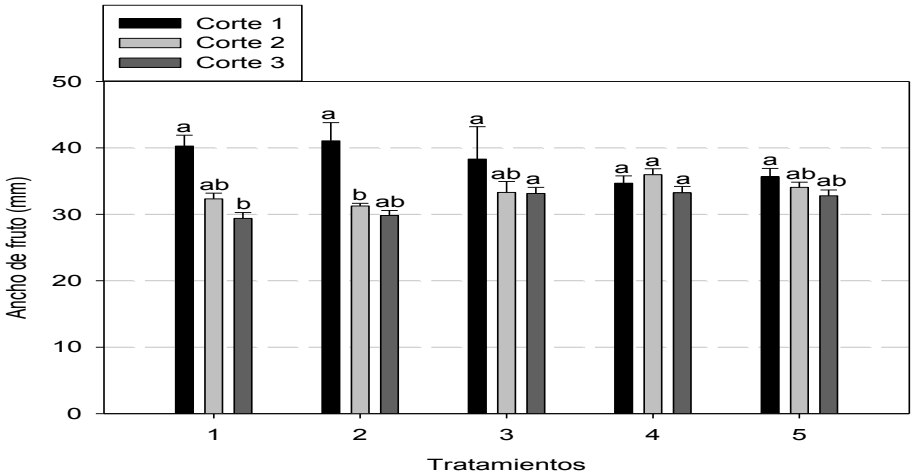


Figura 4. Prueba de medias para la variable ancho de hoja durante las tres fechas de corte

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que el empleo de alternativas más amigables con el ambiente además de permitirnos obtener los mismos e incluso incrementar los rendimientos en los cultivos de interés, permite contribuir a la disminución del uso de productos que más de allá de contribuir negativamente en el desarrollo de las actividades agrícolas, impacta en el equilibrio de los ecosistemas y estabilidad de los recursos naturales.

La implementación de materiales de origen orgánico contribuye positivamente sobre la cotidianeidad de los productores, pues además de permitirle realizar un mejor manejo de los residuos de sus actividades cotidianas, evitando la contaminación del suelo, agua y ambiente así como la generación de focos de infección en las comunidades, contribuye a disminuir los gastos de inversión y producción, además de favorecer la recuperación de la fertilidad del suelo, regeneración de flora y fauna microbiana así como de la estructura de los suelos.

Se recomienda el uso compostas durante la preparación de los suelos antes de la siembra o trasplante, esto permitirá disminuir el requerimiento nutrimental del cultivo y abaratar los costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20870_sg7.pdf Sitio web CONABIO 2018 consultado el 22 de julio de 2018.

Infoagro . (marzo de 2018). Obtenido de agricultura ecologica : http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm

Muñoz, V. J. A; Velásquez, V. M. A; Osuna, C. E. S; Macías, R. H. 2013. El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. Revista Chapingo Zonas Áridas. Pp. 27-28

Sedano, C. G; González, H. V; Saucedo, V. C; Soto, H, M; Sandoval, V. M; Carrillo, S. J. A. 2011. Rendimiento y calidad de frutos de calabacita con altas dosis de N y K. Redalyc. Terra Latinoamericana, vol. 29, núm. 2, abril-junio, 2011, pp. 133-142

http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do Sitio web SIAP 2017. Consultado el 27 de julio de 2018

APLICACIÓN DE INSECTICIDAS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* EN MAÍZ.

Jaime Hernández Barrón[1], Saúl Santana Espinoza [2], Marco Antonio Nieves Martinez[3], Hilario Flores Gallardo[4], Gabriel Jurado Medina [5]

[1,5] Universidad Tecnológica de Rodeo, Carretera Federal Panamericana Km. 159.4, México 45 SN, 35760 Rodeo, Durango. jaimehernandezbarron@gmail.com [2,3,4] INIFAP Campo experimental Valle del Guadiana, El Mezquital, Durango 4, Camino Real, 34170 Durango, Dgo. santana.saul@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El maíz, es el cultivo más importante de México desde el punto de vista alimentario. Durante el periodo de 1996 a 2005 ocupo el 51% de la superficie sembrada y cosechada totales en promedio anual; generó 7.4% del volumen de producción agrícola total, representando el 30% del valor total de la producción (SIAP, 2010).

Al igual que todos los cultivos, el maíz es atacado por diversos insectos en diferentes etapas de su desarrollo fenológico provocando una gran problemática fitosanitaria, una de las que más destaca es el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), esta es una plaga de nivel internacional que se distribuye en cualquier lugar donde se establezca el cultivo de este cereal, provocando pérdidas de 0.8 ton/ha, que es equivalente al 40% de la producción (Palacios, 2010). El principal daño que causa la plaga *S. frugiperda* es en el área foliar siendo persistente en el cogollo durante su etapa larval, por lo que retrasa o inhibe el crecimiento de las plantas. De acuerdo al comportamiento a campo y su importancia se encuentra en el grupo de las plagas constantes que pueden causar daños económicos anualmente porque está presente durante todo el ciclo de los cultivos (Lezaun, 2014).

El uso de insecticidas sistémicos de origen químico para el control del gusano cogollero *S. frugiperda* puede ocasionar múltiples daños al ecosistema, por lo que es de gran interés la investigación de agentes alternativos de control. Actualmente existen múltiples microorganismos entomopatógenos a los que está sujeto el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, algunos están hechos a base de cepas de bacterias entomopatógenas de la bacteria *Bacillus thuringinesis* o de algunos hongos como *Metarhizum anisopliae,* mismos que se usaron para desarrollar el presente experimento. El Objetivo del presente trabajo de investigación es determinar la efectividad de los insecticidas biológicos en el control de gusano cogollero en el cultivo de maíz en Durango, Dgo.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro De Investigación Norte Centro, Campo Experimental Del Valle Del Guadiana con las coordenadas 23°59'27.1"N 104°37'26.3"W a 1,890 msnm, en un periodo de tiempo comprendido entre los meses de mayo a agosto del 2018, con temperaturas promedio máximas y mínimas de 30.16 Y 13.81 °C.

Material genético: Para realizar el experimento se utilizó el maíz hibrido XR25 con una densidad de plantas de 87,000 plantas por hectárea.

Las labores realizadas para dar el manejo agronómico al experimento fueron realizadas de manera uniforme en toda el área experimental, de tal manera que no se presentaran variaciones entre los tratamientos.

- **Preparación del terreno.** Para comenzar la preparación el 4 de mayo del 2018 se realizó una labor de rastra, formación de surcos y se formaron los canales o sequias para posteriormente el 5 de mayo del 2018 se llevó a cabo el riego de asiento para así contar con la humedad suficiente para realizar la siembra y finalmente se dio una doble rastra el 11 de mayo del 2018 para que el terreno estuviese en óptimas condiciones para dar comienzo a la siembra.
- **Fertilización** Se aplicó la dosis (180 – 80 – 00) utilizando Urea y Fosfato Diamonico; la fertilización se aplicó durante la escarda realizada el día 20 de junio del 2018, a los 34 días después de la emergencia.
- **Riego.** Durante el experimento se llevaron a cabo riegos para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo de maíz en ausencia del agua de lluvia, se realizaron los días 5 de mayo, 6 de junio y 11 de julio del 2018.
- **Control de plagas.** El manejo de plagas que se llevó a cabo durante el ciclo del cultivo, estuvo dirigido hacia el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda)* ya que este se identificó como plaga principal del cultivo de maíz. El control se realizó mediante la aplicación de los diferentes insecticidas biológicos, a continuación, se muestran los productos, así como la dosis aplicada:

Cuadro 1: Productos y concentración de insecticidas aplicados.

Producto	Ingrediente activo	Organismo	Dosis
PHC® CONDOR®	*Bacillus thuringinesis*	Bacteria	5 g / lt
PHC® META TRON®	*Metarhizum anisopliae*	Hongo	1.2 g / lt

Antes de llevar a cabo la aplicación de los productos para el control del gusano cogollero, se realizó un muestreo directo para determinar la incidencia de la plaga en el cultivo establecido, este se efectuó mediante la técnica “cinco de oros”, en el que se tomaron diez plantas por cada punto.

La aplicación se realizó utilizando mochilas con aspersores motorizados con capacidad de 25 litros con boquillas de cono sólido procurando una buena cobertura del cultivo, dichas aplicaciones se realizaron a las 7 pm. Las aplicaciones comenzaron a llevarse a cabo los 12 días después de la emergencia cuando el cultivo se encontraba en la etapa V2 de acuerdo con él (Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz Y Trigo, 2004), tomando en cuenta que las infestaciones de gusano cogollero se encontraban por encima del umbral de acción que es de 15 y 20 % como lo señala (Ramos, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para calcular la efectividad de los insecticidas, se realizó un muestreo el 29 de mayo 2018 para determinar el porcentaje de infestación con relación a la densidad de planta de maíz en las parcelas evaluadas, donde se determinó una infestación de gusano cogollero del 34.48 %

Dado que el material evaluado muestra alta susceptibilidad al ataque de gusano cogollero tomando en cuenta que el umbral de acción es del 20%, se procedió a la aplicación de los tratamientos con insecticidas biológicos.

Para comenzar a realizar el cálculo de la efectividad de los insecticidas, se dividió la parcela para hacer aplicaciones independientes de cada producto, después de realizar las aplicaciones correspondientes a cada parcela experimental los porcentajes de infestación quedarían de la siguiente manera para el tratamiento evaluado con *Bacillus thuringinesis* se observó una efectividad biológica después de la aplicación reduciendo el umbral de acción quedando en

11.49 % el nivel de infestación en cuanto al tratamiento evaluado con *Metarhizum anisopliae* este mostro un porcentaje de infestación del 28.74 %.

Cuadro 2: Porcentajes de infestación de *Spodoptera frugiperda* después de aplicar insecticidas (01 de junio del 2018).

PRODUCTOS	PORCENTAJE DE INFESTACIÓN
BACILLUS THURINGINESIS	11.49%
METARHIZUM ANISOPLIAE	28.74%

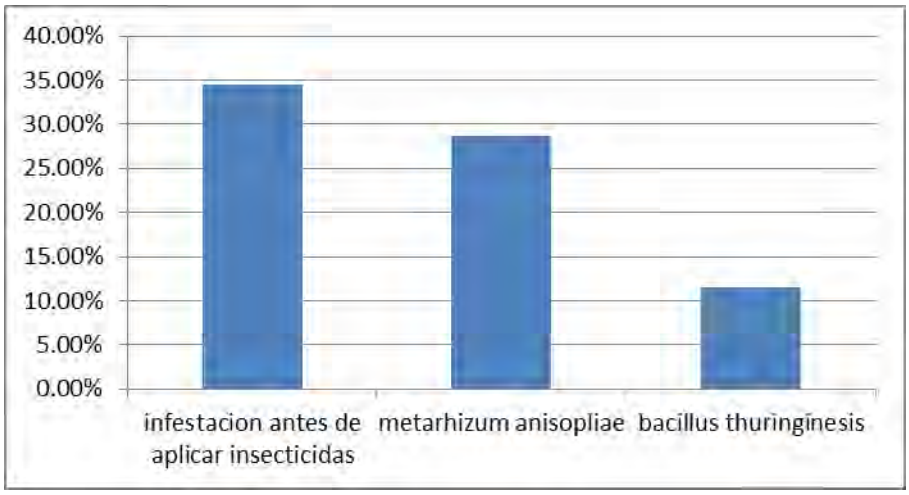


Figura 1: Gráfica de comparación entre el porcentaje de infestación antes y después de aplicar los tratamientos con insecticidas biológicos.

CONCLUSIONES

El área total del experimento fue de 256 m^2, contando con ocho surcos de 40 metros mismos que se dividieron en dos tratamientos independientes de 6.4 m x 20 m.

Se registró una infestación total del 34.48 %, estando por encima del umbral de acción considerado que este parámetro la literatura lo reporta como nivel máximo el 20%, posteriormente al aplicar los tratamientos el porcentaje de infestación bajo debido a la acción de los insecticidas biológicos.

En el tratamiento donde se realizó la aplicación de *Metarhizum anisopliae*, hubo una reducción de infestación de 5.74 %. De acuerdo con (Téllez *et al.,* 2009), este es un hongo entomopatógeno que en contacto con el insecto se lleva a cabo un proceso de competencia con

la microflora cuticular, produciendo un tubo germinativo que atraviesa el tegumento del insecto y se ramifica dentro de su cuerpo, secretando sustancias toxicas que provocan la muerte del insecto, siendo recomendado para el control de más de 300 especies de insectos.

Mediante la aplicación de *Bacillus thuringinesis*, la reducción de la infestación fue de 22.99 %. Según (Sauka & Benintende, 2008), la característica principal de *B. thuringiensis* es que durante el proceso de esporulación produce una inclusión parasporal formada por uno o más cuerpos cristalinos de naturaleza proteica que son tóxicos para distintos invertebrados, especialmente larvas de insectos causando muerte por ingestión. Este organismo es más dirigido al gusano cogollero ya que las principales plagas que controla son lepidópteros, dípteros y coleópteros.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar muestreos directos para determinar las infestaciones de gusano cogollero en cultivos de maíz, así como aplicar insecticidas biológicos cuando se esté por encima del 20% de infestación.

Para la aplicación de *Metarhizum anisopliae*, se recomienda aplicar dosis de entre 240 y 480 gramos por hectárea para el control efectivo de las poblaciones de gusano cogollero presentes en el cultivo de maíz.

La aplicación de *Bacillus thuringinesis* se recomienda implementar dosis de entre 0.5 y 1 kilogramo por hectárea.

BIBLIOGRAFÍA

Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz Y Trigo. (2004). *CIMMYT*. Recuperado el 28 de mayo de 2018, de http://maizedoctor.org/es/etapas-de-crecimiento-del-maiz

Lezaun, J. (2014). Recuperado el 26 de mayo de 2018, de CropLife Latin America: https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero

Palacios, J. E. (2010). Control biologico del cogollero del maiz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) con aislados de nucleopoliedrovius. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico: Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro.

Ramos, F. (29 de julio de 2014). *Hortalisas.com*. Recuperado el 3 de junio de 2018, de Manejo agroecológico del gusano cogollero en el maíz: http://www.hortalizas.com/cultivos/maiz-dulce-elote/manejo-agroecologico-del-gusano-cogollero-en-el-maiz/

Sauka, D. H., y Benintende, G. B. (2008). Bacillus thuringiensis: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. *Revista Argentina de Microbiología*, 125.

SIAP. (2010). *MAIZ Situacion Actual Y Perspectivas 1996-2010.* Mexico.: SAGARPA.

Téllez, A., Cruz, M., Mercado, Y., Torres, A., y Arana, A. (2009). Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. *Revista mexicana de micologia*, 73 - 80.

HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE MAÍZ PARA GRANO EN LA COMARCA LAGUNERA

Armando Espinoza Banda, Oralia Antuna Grijalva, José Luis Coyac Rodríguez

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna
Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fé, Colonia Valle Verde, Torreón Coah.
C.P. 27054, aebanda7@yahoo.com.mx

INTRODUCCION

Por su extraordinaria plasticidad genética, las etnias prehistóricas pudieron adaptar el maíz a una gran diversidad de condiciones de clima, altitud, latitud y, donde México es el centro de mayor diversidad (Matsuoka *et al*., 2002); posee, por lo tanto, una amplia variabilidad genética expresada en una gran cantidad de poblaciones (Sánchez *et al.,* 2000), las cuales algunas muestran alta capacidad de rendimiento per-se o en combinación con otras, por lo que son consideradas un valioso recurso filogenético (Morales *et al.,* 2010). En el área tropical de México se siembran anualmente 3 millones de ha de maíz lo que significa el 40% de la Producción total nacional.

Actualmente más del 75 % del mercado mundial semillero de maíz lo dominan cinco compañías transnacionales; sin embargo, existen numerosas empresas semilleras regionales y locales. Lo anterior demanda de los productores el investigar y conocer a las empresas. Tan sólo en México existen al menos 67 empresas semilleras y más de 380 híbridos de maíz. Frente a esta oferta el productor deberá hacer una correcta elección del híbrido a sembrar (INTAGRI, 2017).

La obtención de híbridos de maíz en la forma clásica: obtención de líneas de primera autofecundación (S1), prueba temprana de las líneas S1, avance en las líneas autofecundadas, prueba de aptitud combinatoria específica (híbridos simples) y obtención de híbridos dobles o trilineales, se inició desde el principio del funcionamiento de la OEE y del IIA en los años cincuenta del siglo XX, (Márquez, 2009).

En la Comarca Lagunera, ubicada en el norte de México, se siembra anualmente 11,815 ha de maíz de grano y 27,476 ha de maíz forrajero (SAGARPA, 2017) en su mayoría con híbridos comerciales para grano, desarrollados por compañías transnacionales para otras áreas del país. Bajo el contexto anterior, es pertinente que la Universidad Pública realice esfuerzos para generar opciones de híbridos desarrollados en las áreas de influencia. El objetivo del presente trabajo es mostrar el avance en la generación de híbridos en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el ciclo primavera -verano del 2014 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL), en Torreón Coahuila, como parte del programa de mejoramiento genético de maíz que realiza el Programa Maíz del Departamento de Fitomejoramiento, localizado a 25°33"18.99" LN y 103°22"25.71"LW, con 1120 msnm y un clima seco, caluroso, con temperaturas media anual de 20-22°C, con precipitación media anual de 300 mm, con régimen de lluvias en los meses de septiembre, octubre y noviembre, los vientos dominantes son alisios en dirección Sur, con velocidades desde 27-44 km/h (INEGI, 2008).

Se utilizaron 76 híbridos simples experimentales provenientes del Programa de Mejoramiento Genético de la UAAAN-UL y dos híbridos comerciales, Cuadro 1. Los híbridos experimentales se formaron en el año 2013 con base al cruzamiento de tres grupos de líneas endocriadas. El grupo-1, formada por las líneas del 1 al 7; el Grupo- 2, con líneas del 22 al 28 y el Grupo-3 del 41 al 44. Cuadro 1.

Cuadro 1. Híbridos experimentales y testigos utilizados en el experimento 2014.

No.	Hibrido	No.	Hibrido	No.	Hibrido	No.	Híbrido	No.	Híbrido	No.	Híbrido
1	1x28	14	3x28	27	5x25	40	7x25	53	24x25	66	41x30
2	1x27	15	3x27	28	5x24	41	7x23	54	25x28	67	41x29
3	1x26	16	3x26	29	5x23	42	14x25	55	25x27	68	42x32
4	1x25	17	3x25	30	6x28	43	14x23	56	25x26	69	42x31
5	1x24	18	3x23	31	6x27	44	23x29	57	26x28	70	42x30
6	1x23	19	4x28	32	6x26	45	23x28	58	26x27	71	42x29
7	22x1	20	4x27	33	6x25	46	23x27	59	27x28	72	44x31
8	2x28	21	4x26	34	6x24	47	23x26	60	30x21	73	44x30
9	2x27	22	4x25	35	6x23	48	23x25	61	31x19	74	44x29
10	2x26	23	4x23	36	6x22	49	23x24	62	32x19	75	9x25
11	2x25	24	5x28	37	7x28	50	24x28	63	41x32	76	12x34
12	2x23	25	5x27	38	7x27	51	24x27	64	41x31	77	**Garañón**
13	2x22	26	5x26	39	7x26	52	24x26	65	41x30	78	**Gorila**

La siembra el 07 de marzo del 2014, en forma manual depositando dos semillas por golpe. Se aplicó un riego posterior a la siembra y, a los 22 días se realizó un aclareo dejando una planta

por golpe. El diseño experimental fue en bloques incompletos al azar con 6 grupos y 13 tratamientos por grupo con dos repeticiones.

La parcela útil consistió en dos surcos de 3.0 m de largo y 0.75 m de ancho y de 0.17 m entre planta, para una densidad de 78,431 plantas por hectárea. Se cuantificaron 13 variables: Floración masculina (FM) y femenina (FF), Altura de planta (AP) y mazorca (AM), Cobertura de mazorca (COB), Acame de tallo (ACT), Diámetro (DM), Longitud (LM) e Hileras (HM) por mazorca, Granos por hilera (GH), Peso de mazorca (PMZ), Peso de olote (PO) y Rendimiento de grano (RG).

Se utilizó el método multivariado de Componentes Principales (CP) para clasificar los genotipos. Con los promedios de los datos de cada híbrido, se formó una matriz con Genotipos y Variables. Se corrieron los datos con el paquete estadístico Statgaphics Centurion XVI.I (2009). El análisis proporciona el número y la varianza de cada uno de los componentes principales, el peso específico de cada variable por componente y genera el gráfico BIPLOT, el cual permite clasificar y agrupar a los tratamientos (Híbridos), (Manly, 2005). El manejo del cultivo fue el recomendado para la región por el INIFAP (2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza se muestra la significancia de los cuadrados medios de las variables evaluadas en el ciclo primavera-verano 2014 se observan diferencias estadísticas altamente significativas en nueve de las 13 variables (FF, AP, AM, DM, LM, HMZ, GH, PMZ, PO), significativas para COB, ACT y RG. Esto indica que existe una variación significativa entre los híbridos evaluados en 12 de las 13 variables, lo cual permitirá la oportunidad de seleccionar los que muestren una combinación de características agronómicas y rendimiento, (Cuadro 2).

De acuerdo a los valores medios observados, los híbridos evaluados son en promedio, de ciclo intermedio, de porte ó altura normal y buena cobertura de mazorca (COB), sin problemas de acame, dimensiones de mazorca aceptable y, en rendimiento de grano, superior a media regional y nacional (SHCP, 2014) Cuadro 2.

Cuadro 2. Significancia de cuadrados medios de 13 variables cuantificadas en 76 híbridos experimentales y dos testigos evaluados en el Campo experimental de la UAAAN-UL. 2014.

FV	**REP**	**BLO(REP)**	**TRAT**	**EE**	**CV (%)**	**Media**
GL	**1**	**10**	**66**	**66**		
FM	0.94 *	2.01	13.76 ns	0.94	1.0	85.4
FF	2.86 ns	11.35	11.24 **	1.08	1.0	88.2
AP	9607.80 **	62.18	179.17 **	39.89	3.0	222.2
AM	5628.32 **	44.63	236.06 **	42.04	5.0	118.7
COB	0.00 ns	0.17	0.53 *	0.30	26.0	2.1
ACT	6.20 ns	0.89	1.97*	1.75	27.1	0.5
DM	0.27 **	0.05	0.06 **	0.02	3.0	4.9
LM	0.02 ns	1.85	2.10 **	1.03	6.0	17.5
HMz	2.30 ns	1.38	2.28 **	0.64	6.0	14.5
GH	10.34 ns	3.83	11.80 **	5.20	6.0	37.2
PMz	6.33 **	1.46	1.19 **	0.50	13.0	5.2
PO	1.10 **	0.23	0.30 **	0.31	2.0	0.3
RG(x10^5)	111.46 **	33.66	24.89 *	14.06	15.0	7690.2

,*, valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad; ns= No-significativo; FM= Floración Masculina; FF= Floración Femenina; AP= Altura de planta; AM= Altura de mazorca; COB=Cobertura; ACT=Acame de tallo; DM=Diámetro de mazorca; LM= Longitud de mazorca; HMz=Hileras por mazorca; GH=granos por hilera; PO= peso de olote; RG=Rendimiento de grano.

En 11 de las 13 variables el coeficiente de variación (CV) fue aceptable oscilando, en tanto las variables COB y ACT. La magnitud de estos se debe a que son variables de tipo cualitativo y no se ajustan a una distribución normal, que es una de las condiciones del análisis de varianza.

Los siete híbridos más sobresalientes en RG (Cuadro 3), comparados con el testigo (Gorila), son estadísticamente igual en los días a FM y FF, expresándose como de ciclo intermedio, aunque de mayor altura tanto de planta (AP), como de mazorca (AM), con excepción de 24x28; presentan además, buena cobertura de mazorca (COB) y acame de tallo (ACT) y estadísticamente, similar en las dimensiones de mazorca.

Cuadro 3. Genotipos con mejor rendimiento de grano (RG). UAAAN-UL. 2014.

		C	r	u	z	a	s		DMS*
Variables	23x28	Gorila	2x28	5x28	1x24	42x30	41x30	24x28	
FF	83.0	84.0	91.0	88.0	81.0	89.0	88.0	81.0	1.94
FM	87.0	87.0	93.0	91.0	85.0	91.0	91.0	84.0	2.08
AP	216.2	207.	229.3	219.7	228.6	219.0	223.0	206.1	12.63
AM	118.2	96.9	129.5	120.9	116.7	111.0	122.0	97.3	12.97
COB	1.5	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	1.5	1.8	1.10
ACT	1.7	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	1.8	2.65
DM	4.85	5.37	4.92	4.61	4.77	4.67	4.84	4.71	0.28
LM	19.25	17.16	17.35	17.25	19.05	17.6	16.97	18.85	2.03
HM	13.2	15.6	15.8	14.4	14.6	13	14.2	13.6	1.60
GH	39.5	36.95	40.7	37.45	39.65	41.2	36.4	40.1	4.56
PO	1.78	2.28	2.19	2.73	2.38	1.83	2.33	2.21	1.11
RG	11347.0	10437.0	10278.0	9732.0	9459.0	9323.0	9141.0	9005.0	2371.5

* Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad.

El análisis de CP para 76 cruzas y dos testigos comerciales extrajo cinco CP igual y superiores a la unidad, donde el componente principal 1 (CP1) con el 25.7 por ciento de la varianza de los datos, se observa que es una función lineal de las variables, agromorfológicas (FM, FF, AP y AM) así como las relacionadas con la mazorca DM, NH y PO. La variable RG aun y cuando tiene un valor positivo, su valor en el CP1 es la mitad del valor que se observa en el CP2. El componente 2 (CP2) con 18.5 por ciento de la varianza de los datos, es una función lineal el cual está relacionado negativamente con AP y AM, además de las dimensiones de longitud de la mazorca (LM y GH) y REN. En el CP3, el cual explica solo el 13.3 por ciento de la varianza total, resultó ser una función lineal de las variables de tipo cualitativo como COB y ACT, además de LM y GH, (Cuadro 3). De acuerdo a Manly (2005) estos tres Componentes ó nuevas variables son entre sí independientes y no correlacionadas. En conjunto, los tres CP, acumulan el 57.5 por ciento de la varianza total de los datos, por tal razón se utilizaron para generar la gráfica de dispersión “BIPLOT” (Figura 1).

Cuadro 4. Componentes Principales, valores propios y porcentaje de varianza por componente y peso de las variables por componente.

CP							Valor	Varianza
	FF	**FM**	**AP**	**AM**	**COB**	**ACT**	Propio	%
1	**0.41**	**0.41**	**0.25**	**0.31**	-0.08	-0.12	3.9	25.7
2	-0.22	-0.19	**-0.26**	**-0.33**	-0.16	0.13	2.7	18.5
3	-0.08	-0.06	0.23	0.13	**0.50**	**0.24**	1.9	13.3
CP	**DM**	**LM**	**NH**	**GH**	**PO**	**RG**		
1	**0.21**	0.07	**0.28**	0.06	**0.37**	**0.24**	3.9	25.7
2	-0.02	**0.34**	-0.13	**0.36**	**0.26**	**0.42**	2.7	18.5
3	0.02	0.31	-0.21	0.37	0.07	-0.18	1.9	13.3

De la dispersión de genotipos y variables, se detectan cinco grupos (Figura 1). El grupo 1 (G1) es el más relevante pues en este sector se agrupan los híbridos que expresaron mayor **RG,** agrupándose 25 del total. Estos híbridos se caracterizan por ser más tardíos y de mayor AP y AM, y coinciden en tener una mazorca con mayor diámetro de mazorca (DM) y, en consecuencia, mayor número de hileras (NH). En el G2, resaltan las cruzas que tienen entre sus características la precocidad, con mazorcas de mayor longitud (LM) y mayor número de granos por hilera (GH) características asociadas al RG. Resaltan las cruzas 1x24, 12x34, 3x27, 3x28 y 6x24. En este grupo, resalta la cruza 1x24 con 9,459 kg ha^{-1}. En cambio, la cruza 12x34 resalta por LM y GH con 17.88 y 40.7 respectivamente, aunque con bajo RG.

En el Grupo 3 (G3) se agrupan las cruzas que tienen en común la peor cobertura de mazorca (COB) y acame de tallo (ACT), en tanto, el G4 que se ubica en el lado opuesto al G1, estas cruzas se caracterizan en principio por un menor RG, son cruzas con menor DM y GH, de menor altura y en promedio más precoces, lo cual también es una característica deseable.

El G5 que se ubica en sentido opuesto al G2, agrupa a las cruzas con mazorcas con menor longitud (LM) y menor número de granos por hilera (GH). Este grupo consta de 14 cruzas, las cuales oscilan en rendimiento, como la 4x23 situada en el extremo de bajo rendimiento y la 2x22 en el extremo del componente 1, con rendimiento medio aceptable (Figura 1).

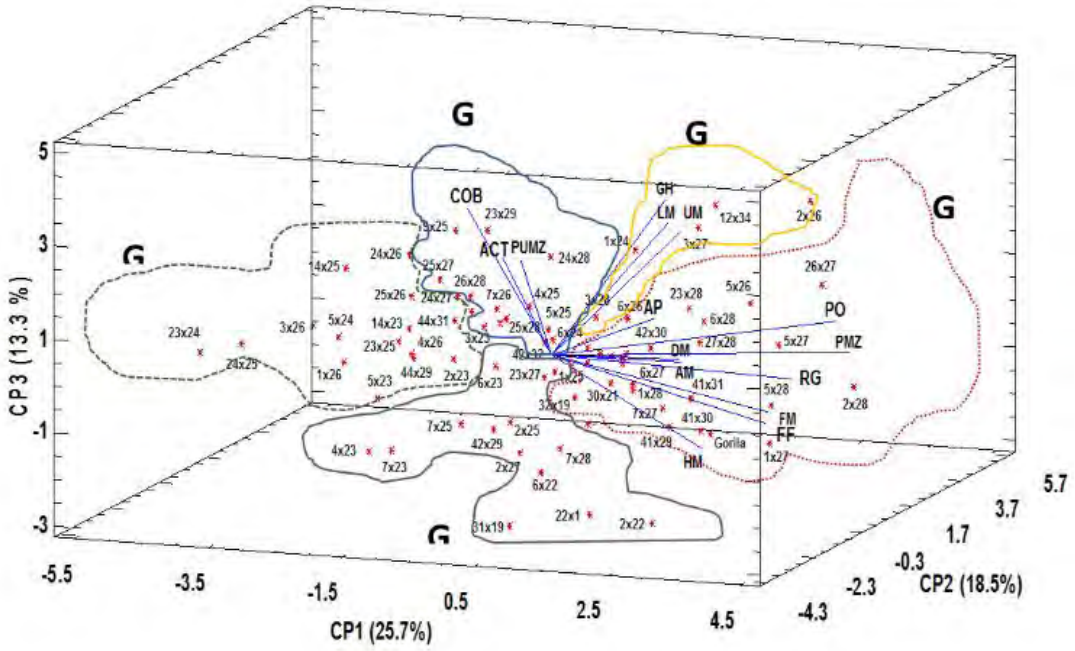


Figura 1. Dispersión de 76 cruzas simples, dos testigos y 13 variables evaluados en la Comarca Lagunera. 2014.

CONCLUSIONES

El grupo 1 (G1) fue el más relevante en RG y en las variables relacionadas como HM y DM, de ciclo intermedio, donde resaltan las cruzas 23x28, 5x28, 4x30, 41x30 y 24x28 con rendimientos que oscilan entre 9,005 y 11,347 kg ha^{-1}, estadísticamente igual al testigo comercial. Estos resultados muestran que, en el germoplasma regional, existen alternativas que pueden ser explotadas comercialmente.

BIBLIOGRAFÍA

INTAGRI S.C. (2017) Curso de Fenología y Fisiología del Maíz. https://www.intagri.com/articulos/cereales/la-seleccion-del-hibrido-de-maiz.

INIFAP, (2015) Manejo del cultivo de maíz bajo riego por gravedad tecnificado en Sinaloa. Manual de capacitación para técnicos RIGART, mayo de 2015. 65p.

Manly, B.F.J. (2005) Principal components analysis. In: Multivariate statistical methods. Third Edition, Chapman & Hall, CRC.

Márquez, S F. (2009) De las variedades criollas de maíz a los híbridos transgénicos. II: LA HIBRIDACIÓN. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. Vol 6, No. 2: 161-172.

Manly, B.F.J. (2005) Principal components analysis. In: Multivariate statistical methods. Third Edition, Chapman & Hall, CRC.

Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M.M. Goodman, J. Sánchez, E. Buckler, and J. (2002) DoebleySingle-cell viability assessment with a novel spectro-imaging system. *J Biotechnol* 94(3):299-308.

Morales M., V. Decker and L. Ornella. 2010. Analysis of genetic diversity in Argentinian heterotic maize populations using molecular markers. Cien. Inv. Agr., 37(1): 151-160.

SAGARPA (2005) Sistema Integral de Información Agroalimentaria y pesquera. Fichas por Estado. SAGARPA. Avances reportados de siembras y cosechas, superficie sembrada y cosechada, rendimientos y producción. (www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comfichedos. html; 14 nov. 2005).

Sánchez, G. J. J., Goodman M. M., y C. M. Stuber. 2000. Isozymatic and Morphological diversity in the races of maize of Mexico. Economic Botany, 54:1 43-59.

SHCP, (2014) SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público). Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (2014), "Panorama del Maíz". <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Ma%C3%ADz%20%28may%202014%29.pdf > el 08 de junio de 2015.

VALIDACIÓN DEL USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO EN TRIGO 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 Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, 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

Las plantas, para crecer, además de agua, nutrientes, luz solar y dióxido de carbono, necesitan hormonas. Las fases del desarrollo vegetal están reguladas por diferentes sustancias químicas reguladoras de crecimiento, fitohormonas y hormonas vegetales. Las hormonas vegetales son unas sustancias orgánicas que se encuentran a muy baja concentración, se sintetizan en determinado lugar de la planta y se traslocan a otro, que es donde ejercen sus efectos reguladores; pero todavía no se conoce el mecanismo preciso mediante el cual funcionan. Hasta el momento se conocen cinco grupos de fitohormonas: Auxinas, Giberelinas, Citoquininas, Acido abcísico y Etileno. También existen numerosas sustancias sintéticas que pueden ser análogas o no en estructura química a las fitohormonas, las cuales suelen presentar una actividad biológica muy similar a ciertas hormonas vegetales. Se consideran reguladores de crecimiento a los 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).

A excepción de la luz, los mecanismos de percepción de la planta ante los cambios medio ambientales, no se han esclarecido por completo en todos los casos. Por ello, son objeto de estudio permanente las vías de señalización que involucran una o varias hormonas (Achard *et al.* 2006; citado por Cruz *et al.,* 2010).

Estos compuestos tan importantes, responsables de los patrones de expresión génica de diversos eventos de crecimiento y desarrollo, participan en la regulación de múltiples procesos fisiológicos como la germinación de semillas, el enraizamiento, los movimientos trópicos, la tolerancia a diferentes tipos de estrés bióticos y abióticos, la etapa de floración, la maduración de frutos y la senescencia, entre otros (McCourt 1999; citado por Cruz *et al.,* 2010).

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 295,601 hectáreas, con un rendimiento promedio de 6.22 t ha^{-1}. En el sur de Sonora comprendido por los municipios de Cajeme, Navojoa, Benito Juárez, Etchojoa, Bacúm, San Ignacio Río Muerto, Huatabampo, Guaymas y Empalme; se establece el 90% del trigo sembrado en Sonora, con un rendimiento promedio de los últimos diez años de 6.10 t ha^{-1} con un valor máximo y mínimo de 6.82 y 4.93 t ha^{-1} respectivamente (SIAP, 2018). El principal costo de producción de trigo es la fertilización, en donde se invierte el 25% de los costos totales, siendo nitrógeno y fósforo los elementos que se encuentran más deficientes en esta región (Cortés *et al.,* 2003); sin embargo, el productor suele aplicar junto con el herbicida diferentes productos entre los que destacan los reguladores de crecimiento, así como productos con elementos mayores y menores, los cuales no han sido evaluados por el INIFAP. A estos productos se les consideran insumos de nutrición vegetal. Para agosto de 2018, COFEPRIS tiene registrados 3864 productos clasificados como nutrientes vegetales, los cuales tienen registro para la siguiente función: Reguladores de crecimiento sintético, reguladores de crecimiento no sintético, fertilizante inorgánico, fertilizante orgánico, fertilizante órgano-mineral, mejorador de suelo inorgánico, mejorador de suelo orgánico, mejorador de suelo biológico, inoculante (micro organismos), humectante, entre otros (COFEPRIS, 2018). Generalmente estos productos registrados no son parte cotidiana de las evaluaciones de INIFAP; sin embargo, la nutrición foliar ha recibido poca importancia, por lo cual los productores del sur de Sonora sugirieron que se evaluaran reguladores de crecimiento y su eficiencia. Por lo cual se aprobó un proyecto el cual tuvo como objetivo evaluar insumos de nutrición vegetal, en donde se evaluaron los que más utiliza el productor. En el ciclo 2016/2017 se iniciaron estos ensayos en donde Madrid *et al.* (2017) evaluaron reguladores de crecimiento a base de citocininas, en general los resultados no tuvieron diferencias significativas respecto al testigo sin aplicar. El objetivo de este trabajo fue validar el efecto que tienen los reguladores de crecimiento en el rendimiento de trigo.

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 un suelo de textura arcillosa. Se utilizó un diseño en franjas con cuatro surcos por tratamiento de 110 metros de largo. Se sembró la variedad Baroyeca Oro C2013 con una densidad de semilla de 100 kg ha^{-1} en surcos a 80 centímetros, dos hileras y 30 centímetros de separación

entre hileras. Se llevó a cabo un riego de presiembra y cuatro riegos de auxilio. La fertilización se realizó en presiembra, se aplicaron 600 kg ha^{-1} de urea y 200 kg ha^{-1} de MAP. Fue necesario llevar a cabo una aplicación contra maleza y pulgón después del primer riego de auxilio. Los reguladores de crecimiento utilizados fueron: Moddus 1.0 L ha^{-1}, Hormovit frío 1.0 L ha^{-1} y X-Cyte 0.5 L ha^{-1} los cuales se compararon contra un testigo sin aplicar. La aplicación de los reguladores de crecimiento se llevó a cabo con aspersora de mochila, antes del primer riego de auxilio. El cultivo anterior fue trigo, por lo cual no se realizaron labores de labranza ya que se reutilizó el mismo surco. La variable a evaluar fue rendimiento de grano de trigo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se puede apreciar el aspecto del cultivo de trigo en la etapa de madurez fisiológica. A simple vista se puede observar el mismo aspecto en general para toda el área de siembra. Sin embargo, los resultados mostraron que, tanto el regulador de crecimiento Moddus como el X-Cyte obtuvieron el mismo rendimiento que el testigo sin aplicar; el Hormovit frío fue el tratamiento que reportó el rendimiento más bajo (Cuadro 1).

Figura 1. Aspecto del cultivo en la etapa de madurez fisiológica.
Ciclo Otoño-invierno 2017/2018. CENEB-INIFAP.

Aunque el aspecto de la planta era muy homogéneo (Figura 1), el tratamiento aplicado con Hormivit frío tenía a su costado una siembra de maíz, que por la tarde sombreaba a dicho tratamiento; a esto se le puede atribuir la baja en el rendimiento comparado con los otros reguladores y el testigo, ya que la luz solar es un requerimiento de los cultivos para su buen desarrollo (Lluna, 2006; McCourt 1999; citado por Cruz *et al.,* 2010).

Cuadro 1. Reguladores de crecimiento evaluados en el cultivo de trigo y su efecto en el rendimiento del cultivo. Ciclo Otoño-invierno 2017/2018. CENEB-INIFAP.

Regulador de crecimiento	Rendimiento de trigo ton ha^{-1}
Testigo	6.462
Moddus	6.462
X-Cyte	6.462
Hormovit frío	6.181
Media	6.392

Ninguno de los tratamientos aplicados superó al testigo (Cuadro 1). Estos productos, según su ficha técnica son: X-Cyte es un fitorregulador recomendado para estimular la división celular durante el crecimiento y desarrollo de frutos. Hormovit frío es un producto que se recomienda aplicar en los cultivos cuando la temperatura es mayor al máximo requerido, ayuda a equilibrar el metabolismo de las plantas en condiciones de altas temperaturas. Moddus es un regulador del crecimiento para aplicación en cereales de grano pequeño como trigo y cebada, el cual reduce la altura de las plantas al acortar la distancia de los entrenudos e incrementa el grosor del tallo, evitando con ello el acame.

La diferencia entre esta evaluación y la desarrollada por Madrid *et al.* (2017) consistió en cambio de variedad, ellos evaluaron los reguladores en la variedad CIRNO C2008 y este año se evalúo en Baroyeca Oro C2013; esta última por ser una variedad más alta podría ser más susceptible al acame; sin embargo las ventajas del Moddus no se pudieron observar por no haberse presentado problemas de acame, lo cual nos lleva a seguir evaluando el producto sugiriendo cambios, como más densidad de semilla o condiciones que puedan promover el acame, comparando todo con un testigo que se someta a las mismas condiciones.

En todos los casos se recomienda aumentar la dosis del producto y evaluar en diferentes épocas de aplicación con la variedad de trigo más utilizada en la región.

CONCLUSIONES

Después de dos años de evaluación, no existe evidencia que permita recomendar el uso de los productos estudiados, para lo cual se deben modificar los protocolos de evaluación, estudiando más dosis y épocas de aplicación.

BIBLIOGRAFIA

COFEPRIS, 2018. Consulta de Registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR. Disponible en: http://189.254.115.252/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp Consultado, agosto 03, 2018.

Cortés, J.J.M. y J.E. Ortiz. 2003. Fertilización y mejoradores de suelos. Memoria del Día del Agricultor 2003. Publicación especial No. 10. Campo Experimental Valle del Yaqui. INIFAP. pp. 22-23.

Cruz, A.M., Melgarejo, L.M. y Romero. M. 2010. Experimentos en fisiología vegetal. Fitohormonas. Primera edición. Universidad Nacional de Colombia. 277 p.

Lluna, D.R. 2006. Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros. 196 (2): 22-27.

Madrid, C.M., Ortiz, A.A.A. y Cortés, J.J.M. 2017. Respuesta del trigo a la aplicación de reguladores de crecimiento a base de citocininas. Memorias del XX Congreso Internacional de Ciencias Agrícolas. Octubre 26 y 27, 2017. Mexicali, Baja California. p 1003-1009.

SIAP, 2018. Producción agrícola. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/ Consultado Agosto 08, 2018.

EFECTO DE LA MALEZA DE VERANO SOBRE EL RENDIMIENTO DE CÁRTAMO ORGÁNICO

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 Norman E. Borlaug. Calle Norman E. Borlaug km 12, 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

La maleza, afecta por igual a la agricultura convencional que a la agricultura orgánica. Las malas hierbas compiten con los cultivos principalmente por espacio, agua, luz solar, humedad, nutrientes y reducen la cantidad, así como la calidad de la producción, incluso a alta tasa de fertilización (Desimir *et al.,* 2009; Dangwal *et al.*, 2010; Muhammad-Saeed *et al.,* 2010; Muhammad *et al*., 2012).

Es evidente que las malezas pueden ser un problema importante para los cultivos, pero no siempre es así. Va a depender del lugar en que aparezcan, del momento en que brotan y de la manera en que se las maneje. El manejo de malezas en agricultura orgánica es un tema que debe ser abordado utilizando diferentes estrategias y entendiendo siempre que mientras estas no afecten a nuestro cultivo de interés no serán un problema e incluso pueden ser beneficiosas, idea bastante difícil de entender por un agricultor convencional acostumbrado a tener los predios sin ninguna maleza (SAG, 2013).

De forma convencional, el cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) es considerado como el principal cultivo oleaginoso que se siembra durante el ciclo otoño-invierno en el noroeste de México. Sonora ha sido el estado de mayor producción de cártamo, representando en promedio de los últimos cinco años el 40% de la producción nacional. Durante los últimos ciclos la siembra de cártamo se ha elevado, sobre todo porque tiene buen precio y necesita poca agua para desarrollarse, lo que es una alternativa para esta región del país (Ochoa *et al.,* 2012). De forma orgánica, se tiene registro de su siembra en los estados de Jalisco y Sinaloa (Gómez *et al.,* 2009). En el Sur de Sonora se tiene conocimiento que se tienen alrededor de 1000 hectáreas con producción de cártamo orgánico; sin embargo, el SIAP aún no muestra registro de estas hectáreas como orgánicas.

La maleza más importante en el cártamo convencional son el girasol (*Heliantus annus L.),* mostaza *(Brassica campestris L.),* malva (*Malva parviflora L*.), mostacilla (*Sisimbrium irio L*.), alpistillo (*Phalaris spp*.), avena silvestre (*Avena fatua L.),* correhuela (*Convolvulus arvensis L.*) y zacate Johnson (*Sorghum halepense L*.) Pers., (Contreras y Tamayo, 1999; Citados por Montoya, 2010). Las malezas mencionadas anteriormente se presentan cuando el cultivo está establecido; sin embargo, en la época de descanso del terreno cuando la rotación del cultivo es cártamo-cártamo también hay presencia de malezas las cuales emergen con la humedad de las lluvias, esta maleza al igual que la presente cuando el cártamo está en pie implican competencia para el cultivo, ya que absorbe nutrientes disponibles en el suelo. En un estudio desarrollado para trigo en el Valle del Yaqui, se determinó la biomasa producida por las malezas presentes en el cultivo y su extracción de macroelementos a los 55 y 65 días después de la siembra. A los 55 días, con una biomasa de 518 kg ha^{-1}, la maleza extrajo en promedio 20.4, 1.8, 17.0, 8.2, 1.9 y 3.6 kg ha^{-1} de N, P, K, Ca, Mg y Na respectivamente, mientras que a los 65 días con una biomasa de 622 kg ha^{-1}, las extracciones correspondientes fueron de 26.3, 2.5, 21.7, 11.4, 3.9 y 6.3 kg ha^{-1} en el mismo orden (Cortés *et al.,* 2012). Se debe de considerar que en terrenos donde además de existir competencia de maleza durante todo el ciclo, también la hay durante el descanso del terreno, la extracción será mucho mayor. Evaluaciones llevadas a cabo en condiciones del Valle del Yaqui, Sonora, el descanso de la tierra durante el verano ha resultado más beneficioso que alternar con cultivos de verano e incluso la incorporación de abonos verdes (Ortiz y Cortés, 2016; Ortiz y Cortés 2015; Cortés y Ortiz, 2013). El objetivo de la evaluación fue evaluar el rendimiento de cártamo orgánico con diferente control de maleza durante el verano.

MATERIALES Y METODOS

En el Campo Experimental Norman E. Borlaug-CIRNO-INIFAP, en el Valle del Yaqui, Sonora, se estableció la variedad comercial de cártamo CIANO OL en el ciclo O-I 2017/2018. La siembra se realizó el 9 de diciembre del 2017, en un suelo de textura arcillosa con certificación orgánica, se aplicaron 3 riegos de auxilio, la densidad de plantas fue de 16 plantas por metro lineal, la semilla utilizada no se trató con fungicida, la maleza se controló mecánicamente y con deshierbes manuales. No se aplicaron insecticidas, fungicidas ni herbicidas.

El estudio consistió en un diseño en franjas de 12 surcos por tratamiento separados a 80 cm y 110 metros de largo. Se evaluaron dos tratamientos en donde la única variante fue el control de maleza que tuvieron durante el verano. El tratamiento uno o tratamiento con maleza (T1 o Con

maleza) consistió en evaluar el rendimiento de cártamo orgánico sin control de maleza durante el verano; en este tratamiento a 12 surcos se les aplicó un riego el 26 de mayo de 2017 para inducir a la germinación de la maleza. La maleza se dejó crecer libremente hasta la etapa reproductiva, en esta etapa se desvaró y se dejó como cobertura de suelo durante el resto del verano, en el mes de octubre se rastreó y se incorporó toda la maleza con tres pasos de rastra y surcado. El tratamiento dos o testigo (T2 o Testigo) consistió en evaluar el rendimiento de cártamo orgánico con control de maleza durante el verano; en este tratamiento se preparó el terreno en el verano después de cosecha del cultivo anterior, se eliminó la maleza mecánicamente, no se regó y la maleza que emergió después de la lluvia se eliminó con control mecánico. La variable a evaluar fue el rendimiento de grano de cártamo con control y sin control de maleza durante el verano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de cártamo fue mayor en el tratamiento testigo, el cual tuvo control de maleza durante el verano; la diferencia entre este tratamiento y el tratamiento con maleza fue de 678 kg ha^{-1} (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento de cártamo orgánico con control y sin control de maleza durante el verano. Ciclo O-I 2017/2018, CENEB-INIFAP.

Tratamiento	Rendimiento de cártamo ton ha^{-1}
Con maleza	2.532
Testigo	3.210

El precio del cártamo convencional para el ciclo de esta evaluación (2017/2018) fue de $8,400 por tonelada, el cártamo orgánico tiene un sobre precio de $1,000 pesos por tonelada; 678 kilogramo por tonelada extras al controlar la maleza genera una ganancia de $6,695. Sin embargo, el controlar la maleza de verano implica el uso de dos a tres rastreos dependiendo del régimen de lluvias presentadas en el verano. Un rastreo tiene un costo de $500 pesos por hectárea, si se consideran tres rastreos el productor tiene que invertir $1,500 pesos por hectárea, lo que daría una ganancia final de $5,195.

Aun con el pago de los rastreos para controlar la maleza después de lluvias durante el verano, resulta más redituable mantener el terreno limpio que infestado de malas hierbas, ya que hay

malezas que, a la etapa de erradicarlas, durante el desarrollo del cultivo llegan a absorber hasta 40 kg ha^{-1} de nitrógeno (Cortés *et al.,* 2012) que es el elemento más deficiente en los suelos del Valle del Yaqui.

Los datos obtenidos en este trabajo, corroboran estudios realizados en trigo en el Valle del Yaqui, en donde los resultados indicaron que la siembra de especies leguminosas durante el verano para su utilización como abono verde en trigo no superó al tratamiento donde el suelo se mantuvo en descanso, lo cual resultó una mejor opción para el monocultivo trigo-trigo; el rendimiento en la rotación trigo-descanso-trigo reportó un rendimiento de 6.187 ton ha^{-1}, esta rotación se comparó contra trigo-sesbania-trigo y trigo-clitoria-trigo con rendimientos de 5.696 y 4.089 ton ha^{-1} respectivamente (Cortés y Ortiz, 2013).

Tanto la presente evaluación como evaluaciones anteriores llevadas a cabo en condiciones del Valle del Yaqui, Sonora, el descanso de la tierra durante el verano ha resultado más beneficioso que alternar con cultivos de verano (Ortiz y Cortés, 2016; Ortiz y Cortés 2015).

CONCLUSIONES

Se concluye que, para efectos de esta evaluación, resultó más favorable realizar control de maleza durante el verano para la rotación cártamo-cártamo, en un sistema de producción orgánica.

BIBLIOGRAFIA

Cortés J.J.M. y Ortiz, A.A.A. 2013. Manejo de la competencia intra específica, en la transición hacia la agricultura sostenible, en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias del XII Simposio Internacional y VII Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Noviembre 11-16, 2013. Puebla, Puebla, México. 9:2743-2752.

Cortés, J.J.M., Ruíz, V.T de J., Ortiz, A.A.A., Zazueta, E.G. y Rivera, G.M. 2012. Concentración de macro elementos en maleza y competencia nutrimental con el trigo en el Valle del Yaqui, Sonora. Memorias de la XXIV Semana internacional de Agronomía. Septiembre 4-6, 2012. Gómez Palacio, Durango, México. p 1021-1028

Dangwal, L.R., Amandeep Singh, Tajinder Singh, Chanchal Sharma. 2010. Effect of weeds on the yield of wheat crop in Tehsil Nowshera. Journal of American Science; 6 (10).

Desimir Knezevic, Aleksandar Paunoviš, Milomirka Madiš, Dejan Dodig, Vesna Kandiš, Kristina Lukovic. 2009. The effect of mineral nutrition to crop weediness and grain yield of wheat. Field Crop Production. 44th Croatian & 4th International Symposium on Agriculture. 528-531.

Gómez, C. Ma., R. Schwentesius, R., J. Ortigoza, R., L. Gómez, T., V. May, T., U.I. López,R., J.A. Arreola, Q. y G. Noriega, A. 2009. Agricultura, Apicultura yGanadería Orgánicas de México. Estado actual, retos, tendencias.CONACYT- CHAPINGO. ISBN:978-607-12-0138-6. México. D.F. p. 1-58

Montoya, C.L. 2010. El cultivo de cártamo (*Carthamus tinctorius L.*) en México. Libro Técnico No. 5. Centro de Investigación Regional del Noroeste-CENEB-INIFAP. Septiembre de 2010. Cd. Obregón, Sonora. 96 p.

Muhammad Asif Shehzad, Munawar Iqbal, Ahsan Areeb and Muhammad Arif. 2012. Weed management and wheat (*Triticum aestivum* L.) yield under application of different post-emergence herbicides. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science (ISSN: 2251-0044) Vol. 2(4): 133-141.

Muhammad-Saeed, Abdul-Khaliq, Zahid Ata Cheema y Ata Muhammad Ranjha. 2010. Effect of nitrogen levels and weed-crop competition durations on yield and yield components of maize. J. Agric. Res., 48(4).

Ochoa, E.X.M., N. Aguilera, M., L. Montoya, C., A. Borbón, G., E. Casilla; A. y J. Pérez, M. 2012. Comportamiento de líneas élite de cártamo en el sur de Sonora. Memorias del XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Octubre 9-10, 2014. Mexicali, B.C., México. p 526-530

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.

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.

SAG, 2013. Agricultura orgánica nacional. Bases técnicas y situación actual. Ministro de agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. Gobierno de Chile. 156 p.

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE VERDOLAGA (*Portulaca oleracea* L.) COMO CULTIVO DE COBERTURA, EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Alma Angélica Ortiz Ávalos[1], Gerardo Zazueta Encinas[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. C.P. 85000
Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. 55 38718700 Ext. 81210
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria RASPA. Km 6.5 margen derecha del canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35150. Tel. 55 38718700 Ext. 80513.
Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el año 2004, se cosecharon en México 400.6 hectáreas de verdolaga, se obtuvo una producción de 4,708 toneladas con un rendimiento de 11.75 t ha^{-1}. El precio medio rural fue de $2,187.51 por tonelada y el valor de la producción fue de $10,298,800 de pesos (SIAP, 2004). A pesar del elevado potencial productivo, precocidad, rusticidad, uso eficiente del tiempo y del espacio de la verdolaga, como cultivo en pequeñas superficies y de la ancestral cultura de consumo como hortaliza entre la población mexicana del centro del país, poco se ha hecho para el desarrollo de tecnologías, variedades y sistemas de producción para esta especie. En la actualidad, se espera una demanda creciente de verdolaga, ya que se ha encontrado un alto contenido de ácidos grasos antioxidantes del grupo omega (Mera *et al*., 2010). La verdolaga es comestible y medicinal ya que se le atribuye efecto diurético, purgante, y desinflamante, entre otros. En algunos países de Europa, Asia y América es cultivada para su consumo como verdura en ensaladas y otros guisos. Se sabe que la verdolaga posee un alto contenido de antioxidantes y ácido grasos omega-3; vitamina C y B; carotenoides y minerales como magnesio, calcio, potasio y hierro (Hernández-Aguilar, 2011). Sus propiedades medicinales han sido ampliamente documentadas (Zhou *et al*., 2015; Sang-Uk *et al*., 2008; Lim y Quah, 2007). Dweck (2001) escribió de la verdolaga, “de vez en cuando, uno se encuentra con una planta que es tan sobresaliente, que uno se pregunta cómo se ha pasado por alto. Es fascinante que una planta tan frecuente en todo el mundo haya logrado un reconocimiento casi idéntico en cada cultura por sus beneficios. Porqué ha caído en la oscuridad es bastante extraño”. En el Valle del Yaqui, Sonora, esta especie se considera una maleza en los diferentes sistemas de producción, aunque existe recolección en pequeña escala. Dado su hábito de crecimiento, tiene la capacidad de cubrir rápidamente el suelo, e inhibe competitivamente a otras malas hierbas que se desarrollan durante el ciclo de cultivo. La producción orgánica en la región es incipiente y dado que no es aceptable el control químico de maleza, se consideró factible establecer la

verdolaga como cultivo de cobertura dentro de un cultivo de espárrago orgánico, ya que, por sus hábitos de crecimiento, no se espera una competencia interespecífica significativa.
El objetivo de esta evaluación, fue determinar la producción de materia verde y materia seca de un cultivo de cobertura de verdolaga, en las condiciones del Valle del Yaqui, Sonora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta evaluación se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018 en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, el cual se encuentra ubicado en el Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora. En diciembre de 2017, en un lote con certificación orgánica, se sembró espárrago en seco en un sistema de riego por gravedad. Las camas de siembra se establecieron a 2.4 metros de separación y 110 metros de longitud. El cultivo anterior fue trigo orgánico, el cual se fertilizó con 9.0 t ha^{-1} de Nutripellet^{MR}, que es un fertilizante orgánico con registro OMRI el cual se elabora a base de gallinaza y viene en forma de pellets. Después de la cosecha de trigo, el terreno se preparó con tres pasos de rastra, se niveló y se surcó a 80 cm de separación. Posteriormente se levantaron bordos cada 2.4 metros y se pasó una vertedera en la parte superior del bordo, en cuya zanja se depositó la semilla del espárrago, posteriormente se aplicó el riego de germinación. Al cultivo de espárrago no se le aplicó ningún tipo de fertilización, ni tratamiento fitosanitario alguno.

Después de cada riego emergió una gran cantidad de maleza de diferentes especies, la cual se controló mecánicamente y con deshierbes manuales. La semilla de verdolaga requiere una temperatura de 32 grados centígrados para germinar, por lo cual su emergencia se generalizó hasta después del riego de marzo, por lo cual, a partir de ese mes, el deshierbe se realizó de manera selectiva, eliminando todas las malas hierbas excepto la verdolaga. Una vez establecida la verdolaga como cobertura, se identificaron dos fenotipos, uno de hoja más pequeña y tallo más postrado, el cual ocupaba la mayor superficie, y otro de hoja más grande y de porte más erecto. Del primer fenotipo, se obtuvieron tres repeticiones de un metro cuadrado para determinar biomasa verde y materia seca. Se cosechó semilla de ambos materiales para futuras evaluaciones de rendimiento y extracciones unitarias de macro y micro elementos, así como de capacidad competitiva con el resto de la maleza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa la cobertura de suelo que se logró con la verdolaga en el cultivo de espárrago. Con una altura máxima de 43 cm, la verdolaga no alcanzó a competir con el

espárrago, además, en la hilera de siembra de este último cultivo, no se permitió el crecimiento de la verdolaga en una franja de 30 cm.

Figura 1. Cobertura formada por la verdolaga entre la siembra de espárrago orgánico.

El muestreo indicó que la producción de biomasa de verdolaga fue muy superior a los rendimientos reportados por SIAP (2004), los cuales deben referirse al rendimiento en función del número y peso de los manojos cosechados. En este estudio, se consideró la biomasa total asumiendo que toda la parte aérea de la planta es aprovechable y que, además, como cultivo de cobertura, es necesario determinar sus extracciones unitarias.

Cuadro 1. Producción de verdolaga orgánica. CENEB-INIFAP. Ciclo 2017-2018.

Variable	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio
Peso fresco kg m^{-2}	6.590	6.033	5.880	6.167
Peso seco kg m^{-2}	0.579	0.564	0.537	0.560
Peso fresco t ha^{-1}	65.90	60.33	58.80	61.67
Peso seco t ha^{-1}	5.790	5.64	5.37	5.60

Como valor agregado del cultivo de cobertura, la verdolaga alcanza en el mercado un precio de $59 por kg. Al esparrago no se le ha aplicado ningún producto prohibido por la legislación orgánica, por lo cual es factible también certificar la producción de verdolaga (Figura 2). La

verdolaga de recolección, se vende en mazos de medio kg a un precio de 10 pesos por mazo en los tianguis de la región. En el 2004, el precio por tonelada era de 2,187 pesos por tonelada. En la actualidad, los autores desconocen el precio de campo de esta especie.

Figura 2. Producción orgánica de verdolaga como valor agregado en el cultivo de espárrago.

Aunque los datos obtenidos provienen de una verdolaga que no se sembró, ni se manejo de acuerdo a su ciclo de crecimiento y que además se desconoce si es el mejor genotipo de la región, se observó un excelente desarrollo y producción, independientemente de la función de cobertura para la cual se dejó que se estableciera.

CONCLUSIONES

Una vez establecida, la verdolaga es un buen cultivo de cobertura en especies perennes, no necesariamente en el espárrago.

La producción de verdolaga, puede ser una excelente opción en las etapas o en los años en que los cultivos perennes no alcanzan su edad productiva.

Para pequeños agricultores, el cultivo de verdolaga orgánica es una opción que se puede explorar, ya que existe un mercado local para esta especie.

BIBLIOGRAFIA

Dweck A.C. 2001. Purslane (Portulaca oleracea) - the global panacea. Consultant, Dweck Data Personal Care Magazine 2, 4, p.7-15. http://www.dweckdata.com/published_papers/portulaca_oleracea.pdf

Hernández-Aguilar S. 2011. La verdolaga, P*ortulaca oleracea*, una maleza de alto valor alimenticio ignorada por muchos. Desde el Herbario CICY 3: 86. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2011/2011-11-03-Hernandez-La-verdolaga.pdf Consultado el 3 de agosto de 2018.

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP). 2004. Anuario estadístico de la producción agrícola. Año agrícola (O-I + P-V). Riego + temporal. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp

Karimi G., Aghasizadeh M., Razavi M. and Taghiabadi E. 2011. Protective effects of aqueous and ethanolic extracts of *Nigella sativa* L. and *Portulaca oleracea* L. on free radical induced hemolysis of RBCs. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences. 19(4): 295-300.

Lim Y.Y. and Quah E.P.L. (2007). Antioxidant properties of different cultivars of Portulaca oleracea. Food Chemistry 103:734–740.

Mera O. L. M., Castro L. D., Bye B. R y Villanueva V. C. 2010. Importancia de la verdolaga en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 28 p.

Sang-Uk Ch, Buk-Gu H., Yong-Seo P., Ja-Yong Ch. and Gorinstein Sh. 2008. Characteristics of the leaf parts of some traditional Korean salad plants used for food. Journal of the Science of Food and Agriculture. 88:1963–1968.

Zhou Y.X., Xin H.L., Rahman K., Wang S.J., Peng Ch. And Zhang H. 2015. *Portulaca oleracea* L.: A Review of Phytochemistry and Pharmacological Effects. Review Article. Biomed Research International. Volume 2015. 11 p.

EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE FÓSFORO EN EL SUELO, SOBRE SU EXTRACCIÓN UNITARIA EN TRIGO. VALLE DEL YAQUI, SONORA.

Juan Manuel Cortés Jiménez[1], Alma Angélica Ortiz Ávalos[1], Gerardo Zazueta Encinas[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. C.P. 85000
Cd. Obregón, Sonora, México. Tel. 55 38718700 Ext. 81210
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria RASPA. Km 6.5 margen derecha del canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango. C.P. 35150. Tel. 55 38718700 Ext. 80513.
Correo: cortes.juanmanuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Para el cierre de cosecha del ciclo 2017, en el sur de Sonora, el distrito de Cajeme que comprende los municipios de Bácum, Benito Juárez, Cajeme, Etchojoa, Guaymas, Navojoa y San Ignacio Río Muerto, concentró 59.22% de la superficie y 61.26% de la producción estatal de trigo (SIAP, 2018). Lo anterior, refleja la importancia del sur de Sonora en la producción estatal y nacional de este cereal. En el cultivo de trigo, los costos de fertilización representan un 25% de los costos totales. Por lo general no se utiliza el análisis de suelo, la fertilización fosfatada que tradicionalmente se aplica al trigo, es de 100 kg ha^{-1} de fosfato mono amónico, cantidad que representa la absorción de una cosecha de 7.0 ton ha^{-1}. Sin embargo, a partir del diagnóstico nutrimental realizado por Cortés *et al*. (2006), se concluyó que existe una alta probabilidad de incrementar el rendimiento de trigo mediante una mejor nutrición fosfatada, ya que la concentración foliar de este elemento no se encontraba en un nivel óptimo. Como primer paso, se recomienda analizar el suelo para determinar la dosis de fósforo que debe aplicarse, tomando en cuenta el rendimiento esperado y la extracción unitaria de este elemento. En el Valle del Yaqui, para el cultivo de trigo se determinó una extracción unitaria de 3.0 kg t^{-1} en grano y 0.3 kg t^{-1} en paja, 3.3 kg en total (Cortés *et al*., 2006). Otros autores, reportaron extracciones de 2.838 kg t^{-1} en grano y 0.655 kg t^{-1} en paja, 3.493 kg en total para este cultivo (Castellanos *et al*., 2005). Se considera que las extracciones unitarias de nutrimentos son más o menos constantes para las diferentes especies, no obstante, se consideró necesario explorar la extracción en diferente nivel de suministro. El objetivo de esta evaluación, fue determinar la extracción unitaria de fósforo del trigo, en dos niveles de disponibilidad de este elemento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta evaluación se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno 2017-2018 en las instalaciones del Campo Experimental Norman E. Borlaug del INIFAP, el cual se encuentra ubicado en el

Block 910 del Valle del Yaqui, Sonora. Se determinó la extracción unitaria de fósforo en trigo en un suelo con una disponibilidad de 12.2 ppm de este elemento y al cual no se le aplicó fósforo, y se comparó con la extracción obtenida en un suelo con una disponibilidad de 14.1 ppm y al cual se aplicaron 200 kg ha^{-1} de fosfato mono amónico (11-52-0 de NPK). Se aplicaron 600 kg ha^{-1} de urea como fuente de nitrógeno en todo el ensayo. La fertilización se realizó 20 días antes del establecimiento del cultivo, se depositaron tres bandas de fertilizante por surco, en un primer paso se aplicó el fósforo y posteriormente el nitrógeno. El cultivo anterior fue trigo y se reutilizó el mismo surco.

La siembra se realizó en surcos a 80 cm de separación y dos hileras de plantas separadas a 30 cm. Se utilizó la variedad BAROYECA ORO C2013 con 100 kg ha^{-1} de semilla. La fecha de siembra fue el 7 de diciembre de 2017. Se aplicó un riego de presiembra y cuatro riegos de auxilio. Después del primer riego de auxilio, se realizó una aplicación para el control de pulgón y maleza. Se utilizó un diseño en franjas de 8 surcos de 110 metros de longitud. En la etapa de inicio de encañe se determinó la concentración foliar de fósforo en la planta completa. Para determinar las extracciones unitarias, se tomaron tres muestras de 0.8 m^2 por tratamiento de la biomasa aérea del cultivo en los dos niveles de disponibilidad de fósforo. Se determinó el peso de grano y paja por unidad de superficie y su concentración de fósforo. La digestión de las muestras de paja y grano se realizó en una mezcla de ácido nítrico, perclórico y sulfúrico en relación 10:1:0.25. El grano se cosechó con 11% de humedad y se secó a 65 °C hasta peso constante, para el análisis de su contenido de fósforo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de grano y paja de trigo, su concentración de fósforo y la extracción unitaria de este elemento en un suelo con baja disponibilidad de fósforo y sin aplicación de fertilizante se reportan en el Cuadro 1. En promedio, la extracción unitaria fue menor que la reportada en la literatura, la cual también se reporta en pentóxido, la extracción obtenida fue de 1.92 kg t^{-1} que corresponde a 4.39 kg de P_2O_5 por tonelada. La diferencia en rendimiento de grano de 2.5 t ha^{-1} entre el tratamiento fertilizado con fósforo y el tratamiento testigo, validó la gran respuesta que se obtiene a la aplicación de fósforo cuando su disponibilidad es cercana a las 10 ppm o menor.

Cuadro 1. Rendimiento de paja y grano, su concentración de fósforo y extracciones unitarias en trigo variedad Baroyeca Oro C2013. CENEB-INIFAP. Ciclo 2017-2018. P Bray: 12.2 ppm

Variable	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio
Rendimiento de grano t ha^{-1}	4.375	4.575	4.475	4.475
Rendimiento de paja t ha^{-1}	6.100	6.325	5.250	5.892
Fósforo en grano %	0.196	0.170	0.183	0.183
Fósforo en paja %	0.011	0.009	0.008	0.009
Extracción en grano kg t^{-1}	1.96	1.70	1.83	1.83
Extracción en paja kg t^{-1}	0.11	0.09	0.08	0.09
Extracción total kg ha^{-1}	9.25	8.35	8.61	8.73
Extracción unitaria kg t^{-1}	2.07	1.79	1.91	1.92

En el Cuadro 2, se reportan las variables determinadas en el tratamiento donde se aplicaron 200 kg ha^{-1} de fosfato mono amónico en un suelo con una disponibilidad de 14.1 ppm de fósforo Bray P1. Con relación al testigo sin fósforo, el rendimiento de grano se incrementó 55.86%, 45.5% el de paja; 31.69% la concentración de fósforo en el grano, 88.9% la de paja y 34.74% la extracción unitaria de fósforo, cuyo valor promedio fue de 5.92 kg de P_2O_5 por tonelada, la cual fue inferior a los valores previos reportados para trigo. La concentración foliar de fósforo en planta completa fue de 0.163 y 0.299% en los tratamientos sin y con aplicación de fósforo, lo cual representa un 83.4% de incremento en la concentración de este elemento. Una concentración adecuada de fósforo en planta completa debe ser mayor a 0.30%, por lo cual se estima que la disponibilidad de fósforo fue insuficiente.

Cuadro 2. Rendimiento de paja y grano, su concentración de fósforo y extracciones unitarias en trigo variedad Baroyeca Oro C2013. CENEB-INIFAP. Ciclo 2017-2018. P Bray: 14.1 ppm

Variable	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Promedio
Rendimiento de grano t ha^{-1}	6.075	6.925	7.925	6.975
Rendimiento de paja t ha^{-1}	7.125	8.125	10.450	8.567
Fósforo en grano %	0.259	0.208	0.257	0.241
Fósforo en paja %	0.021	0.014	0.017	0.017
Extracción en grano kg t^{-1}	2.593	2.079	2.570	2.414
Extracción en paja kg t^{-1}	0.209	0.140	0.170	0.173
Extracción total kg ha^{-1}	17.23	15.54	22.14	18.31
Extracción unitaria kg t^{-1}	2.802	2.219	2.740	2.587

En la Figura 1 se observa el desarrollo del cultivo en la etapa de madurez fisiológica, aunque de aspecto homogéneo, el muestreo indicó alta variabilidad entre repeticiones. Se destaca el color café que mostró el cultivo en el tratamiento con baja disponibilidad de fósforo.

Figura 1. Aspecto del trigo en la etapa de madurez fisiológica. Franja café sin fósforo.

El Instituto del Fósforo y la Potasa INPOFOS (Sin fecha), reporta requerimientos de cinco kg de fósforo por tonelada de trigo. Con un índice de cosecha de 0.75, indican que 5.0 t ha^{-1} de rendimiento, necesitan 25 kg ha^{-1} de fósforo y se genera una extracción de 19 kg ha^{-1} de este elemento. Un aspecto que no se describe en la mayoría de las publicaciones del tema, es el método que se utiliza para la digestión de las muestras de grano y paja. En estudios realizados por Cortés y Ortiz (2007), se reportó que la digestión de las muestras en una mezcla triácida como la utilizada en este estudio, reportó concentraciones 32% mayores de fósforo que las obtenidas con una mezcla de ácido nítrico y perclórico. De la misma manera, no es común que se indique si las extracciones se obtuvieron bajo condiciones limitantes de fósforo o si este elemento se encontraba en una disponibilidad óptima para el cultivo, lo cual se resalta en esta evaluación, ya que tal situación afecta los valores de extracción o absorción del fósforo.

CONCLUSIONES

Una mayor disponibilidad de fósforo para el cultivo de trigo, genera una mayor absorción y extracción unitaria de este elemento en las condiciones edafoclimáticas del Valle del Yaqui.

BIBLIOGRAFIA

Castellanos R.J.Z., Cueto W.J.A., Macías C.J., Salinas G.J.R. Tapia V.L.M., Cortés J.J.M., González A.I.J., Mata V.H., Mora G.M., Vásquez H.A., Valenzuela S.C. y Enríquez R.S. 2005. La fertilización en los cultivos de maíz, trigo, sorgo y trigo en México. Folleto técnico Núm. 1. Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato. 44 p.

Cortés J.J.M., Ortiz E.J.E. y Félix V.P. 2006. Estrategias para reducir los costos de fertilización en el cultivo de trigo. Memoria del día de Productor. Publicación Especial No. 13. Campo Experimental Sur de Sonora. INIFAP. p. 9-12.

Cortés J.J.M., Ortiz E.J.E. y Félix V.P. 2006. Diagnóstico nutrimental para fósforo en trigo. Folleto técnico No. 55. Campo Experimental Sur de Sonora. INIFAP. 24 p.

Cortés J.J.M. y Ortiz A.A.A. 2007. Comparación de metodologías para el análisis foliar de fósforo en trigo. Desplegable técnica Núm. 1. Campo Experimental Valle del Yaqui. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora.

INPOFOS. (Sin fecha). Requerimientos nutricionales de los cultivos. 4 p.

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP). 2018. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. Trigo grano. Ciclo otoño-invierno. Riego + temporal. Al 30 de septiembre de 2017.

RESPUESTA FISIOLÓGICA DE PLANTAS DE FRIJO CON ESTRÉS HÍDRICO A LA APLICACIÓN FOLIAR DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Ma. Magdalena Villa-Castorena[1], Ernesto Alonso Catalán-Valencia[1], Marco Antonio Inzunza-Ibarra[1], Hilario Macías Rodríguez[1], María del Rosario Jacobo-Salcedo[1]

[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

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 ha han sufrido por esta condición. Ante esa situación, es necesario desarrollar e implementar estrategias que ayuden a incrementar el aprovechamiento y eficiencia en el uso del agua, reducir los efectos de la sequía en las plantas y desarrollar técnicas para obtener la producción de alimentos que necesita el país. Una alternativa rápida y de bajo costo es la activación de los mecanismos de tolerancia al déficit hídrico en plantas mediante la aplicación exógena de sustancias químicas relacionadas con la respuesta de las plantas a los estreses abióticos como la sequía. Dentro de esas sustancias se encuentran los solutos orgánicos compatibles como la glicina betaina y prolina, los fertilizantes químicos como el nitrato de potasio y antioxidantes como los ácidos glutámico y ascórbico (Dolatabadian *et al*., 2008; Iqbal *et al*., 2011; Lopez *et al*., 2002; Talat *et al*., 2013; Srivastava y Srivastava, 2016).

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. Se siembra aproximadamente dos millones de hectáreas con un rendimiento promedio de 650 kg por ha. Se cultiva en todo el país, tanto en condiciones de riego como temporal donde la ocurrencia no definida de la precipitación impone estrés hídrico durante alguna etapa de su crecimiento. En la actualidad el frijol continúa siendo la leguminosa de mayor importancia para la dieta de la población de bajos recursos, así como por la cantidad de jornales que se ocupan en su producción (López, 2009).

El presente estudio se planteó con el fin de evaluar la respuesta de la transpiración, contenido relativo de agua y clorofila a la aplicación foliar de cinco sustancias químicas en plantas de frijol manejadas bajo estrés hídrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se condujo 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. Se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero, el cual estuvo cubierto en sus lados de policarbonato de doble pared y el techo con plástico. El control de la temperatura se hizo mediante extractores, pared húmeda y sensores de temperatura.

Se estudió la aplicación foliar de cinco sustancias químicas a plantas de frijol cultivadas en macetas de plástico bajo condiciones de estrés hídrico. Las sustancias evaluadas fueron prolina, glicina betaina, ácido glutámico, ácido ascórbico y nitrato de potasio grado fertilizante; cada sustancia se aplicó en dos concentraciones. Además, se contó con un testigo que consistió en no aplicar ninguna sustancia; los tratamientos resultantes se describen en el Cuadro 1. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con siete repeticiones, la parcela experimental consistió de tres macetas por tratamiento. Se hicieron tres aplicaciones de las sustancias probadas durante el desarrollo del cultivo con intervalos de cada 20 días, iniciando la primera a los 20 días después de la emergencia.

Cuadro 1. Tratamientos de aplicación foliar de sustancias químicas a plantas de frijol.

Tratamiento	Sustancia	Concentración
T1	Prolina (Pro)	20mM
T2	Prolina (Pro)	40 mM
T3	Glicina betaina (Gb)	20 mM
T4	Glicina betaina (Gb)	40 mM
T5	Ácido glutámico (Ac. Glu)	3 mM
T6	Ácido glutámico (Ac. Glu)	5 mM
T7	Ácido ascórbico (Ac. Asc)	3 mM
T8	Ácido ascórbico (Ac. Asc)	5 mM
T9	Nitrato de potasio (NP)	6 mM
T10	Nitrato de potasio	10 mM
T11	Sin aplicación foliar	

Las semillas se trataron antes de la siembra con glicina betaina una concentración de 50mM y tiempo de inmersión de 12 h. Lo anterior se hizo acorde a resultados obtenidos de estudios previos de preacondicionamiento de semillas, donde se evaluaron diferentes sustancias osmóticas. Después del tratamiento de las semillas, se secaron a temperatura ambiente y se sembraron en macetas de plástico de 20 L de volumen llenas con una mezcla de turba con perlita y vermiculita (70, 15 y 15%,v:v:v). Se colocaron dos semillas por maceta y después de la emergencia se dejó sólo una planta. Las plantas se regaron cuando el sustrato tenía del 25 al 30% de la capacidad máxima de retención de humedad con el fin de establecer una condición

de estrés hídrico; para ello se pesaron las macetas cada tercer día. El testigo sin estrés hídrico se regó cuando se tenía del 55 al 60% de la capacidad máxima de retención de humedad del sustrato. Las plantas se empezaron a fertilizar cuando tuvieron cuatro hojas verdaderas con una solución nutrimental equilibrada de 15 meq L^{-1} de aniones y cationes. A los 60 y 80 días después de la siembra se cuantificó la transpiración, el contenido relativo de agua y la clorofila a y b, la suma de estas dos se consideró como clorofila total. Esas mediciones se hicieron en cada tratamiento y en las cuatro repeticiones. 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 llevó a cabo mediante la prueba de Duncan ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Transpiración (Tra). Las sustancias evaluadas afectaron de manera estadística a la transpiración en la primera fecha de muestreo (*P* = 0.007) pero no lo hicieron en el segundo muestreo (P>0.05). Los tratamientos T2 y T10 promovieron la transpiración más alta con respecto a los demás tratamientos y al testigo (Cuadro 2). En promedio tuvieron una transpiración de 0.117 mL de agua por cada cm^2 de área foliar y fue superior al testigo en un 7%. Los tratamientos T3, T4 T5 y T6 produjeron la menor transpiración con un promedio entre ellos de 0.079 mL por cm^2, lo cual representa un 33% menos que la transpiración promedio de los T2 y T10; y un 28% menos que el testigo. En el segundo muestreo la transpiración promedio de los tratamientos fue de 0.112 mL por cm^2, estadísticamente similar a la del testigo.

Cuadro 2. Datos de transpiración en dos fechas de muestreo.

Trt.	Nomenclatura	Tra_1 ($mLcm^{-2}$) †	Tra_2 ($mLcm^{-2}$) †
T1	Pro, 20 mM	0.107 ab	0.101
T2	Pro, 40 mM	0.113 a	0.110
T3	Gb, 20 mM	0.080 c	0.119
T4	Gb, 40 mM	0.081 c	0.112
T5	Ac. Glu, 3 Mm	0.075 c	0.105
T6	Ac. Glu, 5 mM	0.081 c	0.107
T7	Ac. Asc, 3 mM	0.110 ab	0.112
T8	Ac. Asc, 5 mM	0.090 bc	0.113
T9	KNO_3, 6 mM	0.109 ab	0.124

T10	KNO_3, 10 mM	0.121 a	0.118
T11	Testigo	0.109 ab	0.104

† Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes dentro de columnas (Duncan *P* = 0.05).

Contenido relativo de agua (CRA). El efecto de las sustancias estudiadas se manifestó hasta en el segundo muestreo, cuando el análisis estadístico señaló una significancia de *P* = 0.002. El promedio del CRA en los tratamientos en el primer muestreo fue de 83.15 % y no fue estadísticamente diferente al CRA del testigo. En el segundo muestreo, la aplicación foliar con glicina betaina (Gb) a las dos concentraciones evaluadas (T3 y T4, Cuadro 3) mostraron mayor CRA con respecto del resto de los tratamientos y al testigo. Esos tratamientos en promedio mostraron un CRA de 85.37 % y fue superior al testigo en un 12 %.

Cuadro 3. Datos de contenido relativo de agua en dos fechas de muestreo.

Trt.	Nomenclatura	CRA_1 (%)	CRA_2 (%)
T1	Pro, 20 mM	80.56	81.24 bc
T2	Pro, 40 mM	78.36	81.02 bc
T3	Gb, 20 mM	84.03	85.83 a
T4	Gb, 40 mM	84.40	84.91 a
T5	Ac. Glu, 3 Mm	86.46	82.58 ab
T6	Ac. Glu, 5 mM	83.96	82.06 ab
T7	Ac. Asc, 3 mM	81.88	80.10 cd
T8	Ac. Asc, 5 mM	84.95	78.31 cd
T9	KNO_3, 6 mM	84.49	78.21 cd
T10	KNO_3, 10 mM	82.41	78.29 cd
T11	Testigo	77.72	75.95 d

† Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes dentro de columnas (Duncan *P* = 0.05).

Clorofila total (ChlT). Esta variable no respondió de manera significativa (*P* > 0.05) a la aplicación de las sustancias evaluadas en las dos fechas de muestreo. En la primera fecha, la ChlT promedio de los tratamientos fue de 2.201 µg cm^{-2} el cual fue estadísticamente similar a la del testigo (Cuadro 4). En la segunda fecha, la ChlT promedio de los tratamientos estudiados

fue de 2.221 µg cm^{-2} y fue superior en un14% a la del testigo, pero no de manera estadística (Cuadro 4).

Cuadro 4. Datos de clorofila total en dos fechas de muestreo.

TRT.	Nomenclatura	$ChlT_1$ (µg cm^{-2}) †	$ChlT_2$ (µg cm^{-2}) †
T1	Pro, 20 mM	1.932	2.138
T2	Pro, 40 mM	2.037	2.009
T3	Gb, 20 mM	2.284	2.402
T4	Gb, 40 mM	2.276	2.383
T5	Ac. Glu, 3 Mm	2.300	2.104
T6	Ac. Glu, 5 mM	2.153	2.294
T7	Ac. Asc, 3 mM	2.409	1.998
T8	Ac. Asc, 5 mM	2.263	2.146
T9	KNO_3, 6 mM	2.302	2.401
T10	KNO_3, 10 mM	2.058	2.337
T11	Testigo	2.201	1.943

† Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes dentro de columnas (Duncan *P* = 0.05).

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de glicina betaina y ácido glutámico a las dos concentraciones estudiadas redujeron la transpiración en el primer muestreo con respecto al testigo y al resto de los tratamientos. Los tratamientos con glicina betaina también incrementaron el contenido relativo de agua en el segundo muestreo. La aplicación foliar de las sustancias evaluadas no afectaron de manera significativa a la clorofila total en las dos fechas de muestreo.

BIBLIOGRAFÍA

Dolatabadian, A., S. A.M. Sanavy, and N. A. Chashmi. 2008. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidation and prolineaccumulation of canola (*Brassica napus* L.) under conditions of salt stress. J. Agron. Crop Sci.194: 206-213.

Iqbal, N., Ashraf, M. & Ashraf, M.Y. 2008. Glycinebetaine, an osmolyte of interest to improve water stress tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) wáter relations and yield. *South African Journal Botany, 74*: 274–281.

Lopez, C.M.L., H. Takahashi and S. Yamazaki. 2002. Plant water relations of kidney bean plants treated with NaCl and foliarly applied Glycinebetaine. *J. Agron. CropSci*., 188: 73-80.

López, R.M. 2009. Tecnologías de producción del cultivo del frijol. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria. Metepec, Estado de México. SEDAGRO. Vol. 6. pp8.

Statistical Analysis Systems Institute (SAS). 2004. The SAS System for windows version eight. Carry, N.C. U.S.A.

Srivastava, S. & Srivastava, M. 2016. Improving tolerance of *stevia rebaudiana* to water deficit stress through foliar spray of potassium nitrate. *International Journal of Applied and Natural Sciences, 5*:1-8.

Talat A., K. Nawaz, K. Hussian, K. Hayat Bhatti, E. Hussain S., A. Anwer and M. Usman S. 2013. Foliar application of proline for salt tolerance of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World Applied Sciences Journal. 22(4): 547-554.

EVALUACIÓN DE AROMATICO – MEDICINALES PARA PREVENIR FUNGOSIS EN VARETAS DE HIGUERA EN PROPAGACIÓN VEGETATIVA

Hilario Macías Rodríguez[1], Arcadio Muñoz Villalobos[1], Miguel Rivera González[1], Gerardo Delgado Ramírez[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

Las megatendencias sociales actuales se están orientando hacia el consumo ecológico, como una sociedad consciente y sensible de la sustentabilidad de los recursos naturales, el cuidado de su salud y el bienestar general de su comunidad. En este contexto y en lo relativo a alimentos producidos con la dinámica de agricultura orgánica, los alimentos más demandados son aquellos con capacidad nutritiva y antioxidante, tal es el caso del higo, que por su alto contenido de minerales, fenoles, antocianinas y benzaldehído es altamente nutritivo y antioxidante, con esta última cualidad, se mejora la calidad de vida del humano y previene enfermedades crónico degenerativas. En esta perspectiva, el cultivo de higuera se está formalizando e incrementando gracias a que también es una buena alternativa económica para el sector rural y su mercado tiene alta demanda a nivel nacional y de exportación, tanto en higo fresco como en pasta y sus derivados. Concretamente, los mercados norteamericanos y de Canadá demandan en conjunto anualmente más de 50 mil toneladas entre higo fresco y pasta de higo y, además, hay otros mercados emergentes mostrando interés en la compra de los derivados de higo de México, tal es el caso de España, China y Japón. Considerando la superficie cultivada en traspatio, a nivel nacional no se superan las 10 mil toneladas de producción de higo fresco, esta producción se puede superar con el desarrollo de tecnología en este cultivo, llenando vacíos de conocimiento relativos a propagación intensiva, manejo de altas densidades de plantación, podas de establecimiento y de producción, requerimientos hídricos y nutritivos del cultivo y manejo integral de plagas y enfermedades bajo condiciones de macrotunel. La plataforma de desarrollo de tecnología a través del INIFAP en la Región Lagunera de Coahuila y Durango se ha justificado por el hecho de que desde el año 2012, diversas compañías exportadoras de higo y sus derivados, muestrearon, identificaron y determinaron que el higo que se produce a nivel artesanal, semicomercial y comercial en esta región, es de mejor calidad que el producido en los demás estados del territorio nacional.

En este contexto, se está orientando el cultivo de higuera con una dinámica de producción orgánica desde la etapa de propagación, en tal sentido, en este trabajo se evaluaron 16 plantas

aromático-medicinales, en la modalidad de extractos fermentados, para la prevención de hongos en la propagación vegetativa de higuera.

En el proceso de propagación vegetativa de higuera a través de vareta, ordinariamente son atacadas por los mismos hongos que se presentan en poscosecha de hortalizas y frutas, *Penicillium sp., Aspergillus flavus, Fusarium solani, Rizopus sp. y Phythopthora sp.* (Arreola *et al*., 2012).

dentro del contexto histórico de la agricultura orgánica, se destaca que el reconocido éxito de la revolución verde en México, estableció un parteaguas para la agricultura empresarial a partir de las décadas de 1950 y 1960, los cultivos alimenticios múltiples y compuestos, los centenares de ecotipos de especies y de variedades criollas todos típicos de la agricultura tradicional, fueron sustituidos por los cultivos simples de pocas especies y de variedades mejoradas bajo el régimen de monocultivo. Esta simplificación abrió fronteras para la amplia adopción de los agroquímicos bajo normas mínimas de regulación. Esta agricultura empresarial, con el enfoque descrito, alentó la erosión genética, la degradación del suelo y la erosión hídrica en centenares de cuencas hidrológicas. Ante este paradigma, se están posicionando muy fuertemente algunas dinámicas de producción sustentables, siendo la más relevante la agricultura orgánica (Turrent *et al*., 2005)

En México, la agricultura orgánica adquiere una dimensión particular, la geografía de su producción está estrechamente ligada a la geografía de la pobreza y la biodiversidad, su crecimiento acelerado en se concentra Chiapas y Oaxaca, no obstante en estar considerados entre los estados más ricos en biodiversidad, son las entidades más pobres de acuerdo a sus índices de desarrollo humano y de marginación (SEMARNAT, 2012).

A nivel nacional, la agricultura orgánica la desarrollan 128,000 productores y se consolida paulatinamente en los estados de Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Guerrero y Querétaro, con una superficie de 400 mil ha, la cual se ha ido incrementando con una tasa media anual de crecimiento del 20% en cultivos de café, aguacate, hortalizas, plantas aromático medicinales, maíz azul y blanco, mango, naranja, frijol, manzana y papaya. Entre el 85 y 90% de la producción orgánica se destina al mercado de exportación, obteniendo divisas de 400 millones de dólares promedio anual. Este sistema de producción mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. Combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente que compartimos y promueve relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que

participan en ella, contribuyendo significativamente en reducir la dependencia de alimentos importados, la generación de empleo y la reducción de la migración (IFOAM, 2010).

La agricultura convencional se ha caracterizado por el uso de fertilizantes químicos y plaguicidas para mantener altas productividades en los cultivos, sin considerar los daños ocasionados a los ecosistemas, deterioro que se evidencia principalmente en la perdida de la productividad de los suelos, alteración de la calidad de los productos agrícolas, contaminación del ambiente y problemas de salud en la población (Higa y Parr, 1994)

Dentro de la dinámica de agricultura orgánica, se dispone de muy poca información sistematizada sobre propagación vegetativa de higuera a través de vareta dormida utilizando extractos vegetales u hongos antagónicos para la prevención de fungosis causada por *Penicillium sp., Aspergillus flavus, Fusarium solani, Rizopus sp. y Phythopthora sp.* En el año 2012 se evaluó en el INIFAP CENID RASPA *Trichoderma harsianum* como antagónico preventivo a hongos en enraizamiento de vareta de higuera de higo blanco de la variedad Kadota a yema dormida, con una excelente prevención de fungosas y un 93% de enraizamiento y superó inclusive a los tratamientos que incluían adicionalmente estiércol *de* bovino *y* pollinaza *(*Macias *et al.,* 2012*)*

Lizcano en 2017, evaluó la actividad antifúngica de extracto de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) sobre los hongos *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cirenea*, *Sclerotinia sclerotiorum*. La dosis más efectiva fue 500 g L^{-1}.

Montes *et al.* (2000) presentan una síntesis de las experiencias de 12 años de investigaciones sobre plantas con propiedades antifúngicas, indican que han probado un total de 206 especies de plantas contra la actividad de 26 especies de hongos fitopatógenos, incluyendo pruebas de germinación de esporas, desarrollo micelial, esporulación y pruebas de invernadero y campo en algunos casos. La formulación de productos vegetales utilizados ha sido: extractos acuosos y hexánicos, polvos, aceites esenciales y metabolitos secundarios antifúngicos. Los resultados han indicado que entre 32 y 51% de las plantas probadas interactúan con los hongos y la respuesta de los patógenos varía desde su estimulación biológica hasta su total inhibición.

Es difícil establecer una metodología estándar para las pruebas de productos vegetales contra hongos, en función a la diversidad de relaciones planta-patógeno que implican desde saprofitos facultativos de fácil manejo en el laboratorio hasta biótrofos altamente especializados con toda una serie de especies intermedias con diversos requerimientos ambientales; no obstante este problema, como en todos los fenómenos alelopáticos se requiere el establecimiento de protocolos de investigación que no dejen dudas sobre la naturaleza aleloquímica del fenómeno y sean replicables (Pratley *et al*., 1999). El objetivo del presente trabajo fue evaluar extractos en

fermentación de plantas aromático - medicinales para la prevención de hongos en varetas para la propagación vegetativa de higuera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta evaluación se implementó en el mes de enero del 2015 con un agricultor cooperante del ejido 5 de mayo del municipio de Gómez Palacio, Dgo.

Bajo condiciones de invernadero se estableció un diseño experimental completamente al azar con 16 tratamientos y seis repeticiones para cada uno.

Los tratamientos fueron los extractos vegetales en fermentación que adelante se enlistan.

1. EPAZOTE (*Chenopodium ambrosioides* L.)
2. OREGANO (*Origanum vulgare* L.)
3. GOBERNADORA (*Larrea mexicana* Moric)
4. AJO (*Allium sativum* L.)
5. ORTIGA (*Urtica dioica* L.)
6. COLA DE CABALLO *Equisetum arvense* L.
7. ESTAFIATE (*Artemisia ludoviciana* Nutt)
8. SALVIA (*Salvia officinalis* L.)
9. HOJASEN (*Flourensia cernua)*
10. CANELA (*Cinnamomum zeylanicum* Ness)
11. ROMERO (*Rosmarinus officinalis* L.)
12. MEJORANA (*Origanum majorana* L.)
13. TOMILLO (*Thymus vulgaris* L.)
14. EUCALIPTO (*Eucalyptus globulos* Labill)
15. RUDA (*Ruta graveolens* L.)
16. COMINO (*Cuminum cyminum* L.)

Los extractos vegetales en fermentación utilizados en esta evaluación, se prepararon el 7 de enero del 2015, para cada una de las especies aromático – medicinales se utilizaron 100 gramos de follaje seco por cada litro de agua, se hirvieron durante 5 minutos y se dejaron macerar por 10 días en un compartimento fresco y oscuro.

Las plantas de higuera donadoras de material vegetativo tenían 4 años de establecidas en el lote de producción comercial, las varetas se cortaron el día 17 de enero a yema dormida, con una longitud de 25 centímetros, se sumergieron en agua con cloro al 15% durante dos minutos, después se enjuagaron con agua limpia y posteriormente se sumergieron en agua con un fungicida comercial a razón de 3 gramos por litro de agua durante 15 minutos y finalmente se sumergieron las varetas en el extracto en fermentación de plantas aromático medicinales durante 10 minutos, procediendo a su trasplante en contenedores de polietileno negro de 3 litros para evaluar enraizamiento, brotación y fitosanidad.

Sustratos utilizados en los contenedores de enraizamiento: sustrato a base de tierra laborable con perlita en proporción del 50%, sustrato a base de turba del tipo BM2 y sustrato a base de perlita.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de los tratamientos se hizo a través de una prueba de medias por método de Tukey para hacer una separación de los tratamientos de acuerdo a la significancia estadística. También se hizo el análisis para determinar las frecuencias de control de los tratamientos sobre posibles daños de hongos (Cuadro 1). Los tratamientos se probaron en tres diferentes sustratatos para observar el comportamiento de control de los purines generados con diferentes materiales vegetales.

En el Cuadro 1 se observan las frecuencias de brotación y la sanidad fúngica para los diferentes tratamientos de extractos fermentados de aromático – medicinales en la propagación de higuera a través de vareta sobresaliendo los tratamientos 5 y 8 con sustrato de BM2 y los tratamientos 2, 8 y 11 con sustrato a base de perlita. Los extractos menos efectivos para el propósito de esta evaluación fueron los correspondientes al tratamiento 7 con sustrato de T + P y el tratamiento 16 con perlita.

Cuadro 1. Frecuencias de brotación y sanidad fúngica de varetas de higuera en tres tipos de sustrato con la utilización de extractos vegetales en fermentación.

Tratamientos de extractos vegetales en fermentación	T + P (%)	BM2 (%)	PERLITA (%)
1. EPAZOTE	50b	67b	68b
2. OREGANO	51b	68ab	100
3. GOBERNADORA	52b	83a	50b
4. AJO	67ab	67b	51b
5. ORTIGA	67ab	100a	67ab
6. COLA DE CABALLO	50b	67ab	83a
7. ESTAFIATE	17d	68ab	84a
8. SALVIA	50b	100a	100a
9. HOJASÉ	67ab	67ab	33c
10. CANELA	67ab	68ab	34c
11. ROMERO	83a	50b	100a
12. MEJORANA	67ab	51b	33c
13. TOMILLO	67ab	33c	34c
14. EUCALIPTO	33c	67ab	35c
15. RUDA	34c	67b	68b
16.COMINO	67ab	67ab	17d

T+P= Tierra más perlita; BM2= Sustrato a base de turba

En la Figura 2, se observa que los tratamientos con mayor número de varetas brotadas coinciden con los tratamientos que tuvieron la mayor sanidad fúngica, se muestra que los que tuvieron un 100% de brotación fueron los tratamientos 5 y 8 en sustrato BM2 y 2, 8 y 11 en sustrato a base de perlita. Se observó que ninguno de estos tratamientos tuvo incidencia del complejo de hongos que atacan ordinariamente a las varetas de higuera en el proceso de propagación: *Penicillium sp., Aspergillus flavus, Fusarium solani, Rizopus sp. y Phythopthora sp.*

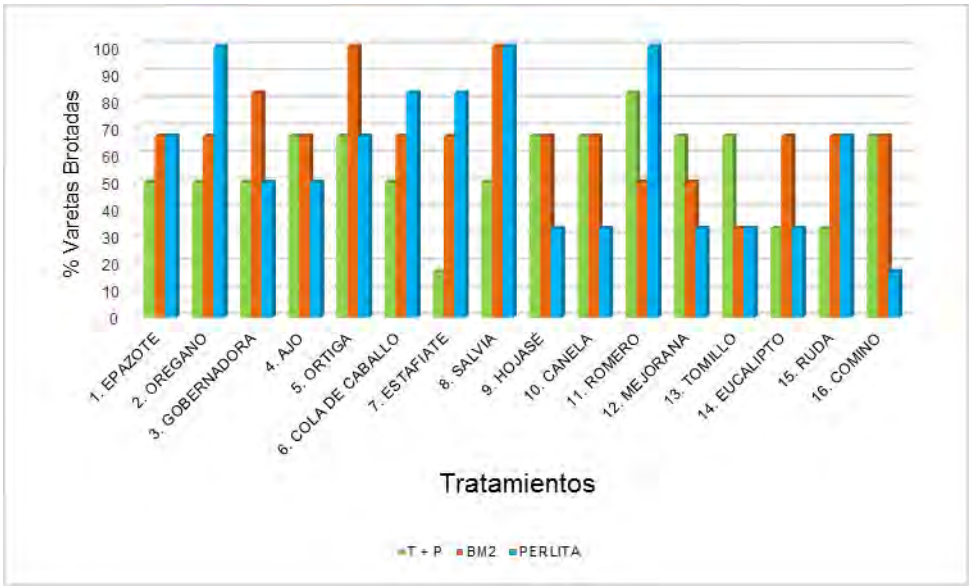


Figura 2. Porcentaje de varetas de higuera brotadas para cada tratamiento de extractos fermentados de plantas aromático – medicinales.

CONCLUSIONES

Los mejores tratamientos para favorecer la propagación de higuera a través de extractos fermentados de aromático - medicinales fueron los tratamientos 5 y 8, preparados a base de ortiga y salvia utilizando sustrato BM2 y los tratamientos 2, 8 y 11, preparados con orégano, salvia y romero utilizando sustrato a base de perlita, todos ellos tuvieron un 100% de brotación.

En los tratamientos con el mayor porcentaje de brotación, no se detectó ninguna incidencia del complejo de hongos *Penicillium sp., Aspergillus flavus, Fusarium solani, Rizopus sp. y Phythopthora sp.*

BIBLIOGRAFÍA

Arreola Ávila J., H. Macías R., J. A. Muñoz V., M. Rivera G. y M. M. Villa C. 2012. Utilización de *Trichoderma* para enraizamiento de estaca de higo blanco e higo negro variedades Kadota y Black Mission. AGROFAZ, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Dgo., México. Publicación Especial, Volumen 12, Número 3, pp 39-45.

Higa, T. and Parr, J.F. 1994. Beneficial and efective microorganisms for a sustanaible agricultura and environment. International Nature Farmina Research center, Atami, Japan. 16p

IFOAM. 2010. Arguments in Favor of Organic agriculture. URL: http://www.ifoam.org/growing_organic/1_arguments_for_oa/arguments_main_page.html.

Lizcano, M. 2007. Evaluación de la actividad fungicida del extracto de tomillo *(Thymus vu/garis)* contra *Fusarium oxysporum* y *Sclerotinia sclerotiorum,* Tesis Microbiólogo Agrícola y Veterinario, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Macías R. H., J. A. Muñoz V., M. M. C., M. A. Velásquez V. y M. del C. Potisek T. 2012. Utilización de *Trichoderma* para enraizamiento de estaca de higuera de higo blanco en contenedores cerrados. AGROFAZ, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Dgo., México. Publicación Especial, Volumen 12, Número 3, pp 17-23.

Montes B. R., Cruz C. V., Martínez M. G., Sandoval G. G., García L. R., Zilch D. S., Bravo L. L., Bermúdez T. K., Flores M. H. E., Carbajal M. M. 2000. Propiedades Antifúngicas en Plantas Superiores. Análisis retrospectivo de investigaciones. Revista Mexicana de Fitopatología. Volumen 18 (julio-diciembre), Número 2, pp 125-131

Pratley J. E., An M., Haig T. 1999. Following a specific protocol to establish allelopathy conclusively. An Autralian case study. In: Macías A. F., Galindo C. G., Molinillo M. G. J., Cutler H. (eds.). Recent Advances in Allelopaty. Vol 1. A Science for the future.

Semarnat. 2012. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012. México. 2013. 361p

Turrent F. A., Cortez F. J. I. 2005. Ciencia y tecnología en la agricultura mexicana: I. Producción y sostenibilidad. Terra Latinoamericana, vol. 23, núm. 2, abril-junio, pp 265-272. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A. C. Chapingo, México.

EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES CRIOLLAS DE AJONJOLÍ *(Sesamum indicum L.),* EN LA COMARCA LAGUNERA

Sonia Yasmín Camacho Rodríguez[1]*, José Manuel Vázquez-Navarro[1], Uriel Figueroa Viramontes[2] y Aurelio Carrillo Ruiz[1]

[1]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Dom. Con. Ej. Venecia. Mpio. de Gómez Palacio, Dgo., México. [2]Campo Experimental La Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440.
*soniayasminc@ymail.com

INTRODUCCIÓN

Con el nombre de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), se conoce a una planta de la familia de las pedaliáceas cuyo origen exacto se ubica en Etiopía y África Central. Su cultivo es muy antiguo, se data desde dos siglos antes de Cristo; se cultivó en India y África, luego su cultivo se extendió a China, Japón y a los países del mediterráneo para ser llevada luego por los esclavos africanos a América (Vaca *et al*., 2011; Robles y Saldaña, s/a).

Las variedades actualmente cultivadas se pueden dividir en dos grandes grupos que se distinguen por su color y por su precocidad. La blanca, que alcanza un gran desarrollo y produce un gran número de ramas. Sus granos tienen aproximadamente 3 mm de largo, 1.75 mm de ancho y 0.5 mm de grueso. Es tardía, pues su periodo de crecimiento es de cuatro a cinco meses; es muy exigente en cuanto a la riqueza del terreno. La trigueña o morena, cuya planta es más chica que la anterior, y sus granos son de las mismas dimensiones; es violenta en su crecimiento, lo que le ha valido el nombre de trimesina. Es la más cultivada en la República Mexicana, pues, aunque de menor rendimiento que la anterior, crece en terreno pobre y es más rústica que la blanca (Robles y Saldaña, s/a).

El ajonjolí es una oleaginosa adaptada a las condiciones del trópico seco y húmedo de México. Por ser un cultivo poco demandante, los ambientes en los que se desarrolla generalmente abarcan una gran variedad de suelos, principalmente en áreas de temporal, en suelos con pendiente como lomeríos, laderas y en partes onduladas; con texturas gruesas o medias. En cuanto al clima, el ajonjolí se produce en diversas latitudes de la república, predominando en lugares cálidos con temperaturas que fluctúan entre 26 y 30 grados. Se requieren precipitaciones pluviales entre 400 y 900 mm anuales. Dependiendo de la región geográfica, las fechas de siembra para el ciclo primavera –verano inician en julio, coincidiendo con la llegada de las lluvias.

El ajonjolí se utiliza para la elaboración de aceite comestible, margarinas (es apreciado en los países que lo consumen por su sabor agradable y ser fácilmente digerible), como

ingrediente en la industria farmacéutica, en la fabricación de jabones, cosméticos y pinturas. Después de la extracción del aceite, queda la parte residual (torta) útil para la alimentación del ganado y aves de corral. Contiene de 40 a 50% de proteínas. La semilla de ajonjolí se utiliza en la preparación de pan, galletas y confitería El ajonjolí posee un alto valor nutritivo y su aceite es de mejor calidad que del resto de oleaginosas, por eso es más demandado en procesos que requieren de mayor duración del producto preparado con aceite (Vaca *et al*., 2011; SEP-CGUT, 2003).

El cultivo del ajonjolí puede realizarse en lugares cálidos y de escasa precipitación (Vaca *et al*., 2011). De acuerdo con el SIAP-SAGARPA (2018) la superficie sembrada para México en 2017 fue de 68,911 ha con un rendimiento promedio de 0.775 t ha^{-1} (0.137 para Sonora a 1.643 para Veracruz). Dada la posibilidad de establecimiento de este cultivo en la Comarca Lagunera y a que algunos pequeños productores ya lo cultivan, resulta interesante documentar el método de cultivo y productividad bajo nuestras condiciones. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue comparar la adaptabilidad y rendimiento de dos variedades criollas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), semilla blanca y morena, bajo las condiciones de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante el ciclo primavera-verano 2016, en un predio agrícola ubicado en el ejido Jiménez, municipio de Gómez Palacio Dgo., localizado a una Latitud norte: 25.8167 y Longitud oeste: -103.3667, con una altitud de 1110 msnm. Se planteó evaluar dos variedades criollas, obtenidas de productores cooperantes de la localidad, una de ellas blanca y la otra morena. La siembra se efectuó de manera manual a chorrillo, con una vertedera de picos (zurrón), aproximadamente una semana después del riego de aniego, el día 16 de abril del 2016, se realizó en húmedo de forma manual mecánica con una vertedera de picos. Primero se marcaron los sucos con el animal, después se procedió a sembrar sobre los surcos rayados; con una distancia de 65 centímetros entre surcos. Sobre el cono que va implementado en el zurrón, una persona iba con una botella de plástico con orificios en la parte de abajo, de modo que al movimiento del animal la persona iba moviendo la botella en forma de salero para que la semilla cayese al suelo, en cada golpeteo salían alrededor de 12-14 semillas. Cuando emergieron las plantas, se realizó un raleo, dejando espacio de 20 centímetros entre planta. Se fertilizó con la fórmula 80 – 40 – 00, en una sola fase aplicando al 100% el fertilizante MAP y SULFATO DE AMONIO y se realizó 3 días antes del primer riego de auxilio manualmente, abriendo el surco con un azadón, para después aplicar el fertilizante manualmente y enseguida ser cubierto el surco nuevamente. El riego se realizó con agua rodada; el primer riego de aniego

y 3 de auxilio después de la siembra en húmedo, aproximadamente cada 23 días. Las variedades se establecieron en un diseño experimental en franjas con cuatro repeticiones y se utilizó el método estadístico prueba de *t*. El área total del experimento fue de 192 m^2, el área de cada repetición fue de 48 m^2 (16 m x 3m). Cada parcela o tratamiento contó con 5 surcos.

Las variables fenológicas medidas fueron:

a) Altura de las plantas, esto se realizó a partir de los 25 días después de la siembra, tomando 20 plantas al azar en zig-zag de cada variedad con ayuda de una cinta métrica. Se realizaron 12 mediciones en total.

b) Diámetro de tallo, esto se realizó a partir de los 25 días después de la siembra, tomando 20 plantas al azar en zig-zag de cada variedad con ayuda de un vernier. Se realizaron 12 muestreos en total. Los datos recolectados se anotaron en una bitácora con ayuda de un lápiz y una pluma.

c) Peso de "mono" en verde, al momento del corte se juntaron las plantas de cada repetición de cada lote para posteriormente amarrarlo con una rafia de 120 cm y formar el "mono".

d) Días a floración, por medio del método FIELD REPORT KEEPIN se determinaron las fechas de floración.

e) Materia seca, se cortaron 4 plantas por lote, una por cada repetición, escogida al azar, se cortaron con tijeras toda la planta hasta dejarla en trozos y meterla en una bolsa de papel, se pesó en una báscula analítica del laboratorio de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, después se pasaron a la estufa, para su secado, se dejó 48 horas a 65° C y se volvieron a pesar.

f) Número de cápsulas por planta, se escogió una planta por cada repetición en cada tratamiento en estado fisiológico maduro y por medio del método de FIELD REPORT KEEPING se estimaron las cápsulas contenidas en cada planta.

g) Número de semillas por cápsula, esto se realizó después del corte escogiendo una planta por repetición, a las cuales se cortaron 40 cápsulas como referencia y se contaron las semillas de cada cápsula una por una.

h) Peso de mil semillas en cada repetición de cada lote, esto se hizo con ayuda de una báscula analítica de la Facultad de Agricultura y Zootecnia.

i) Se midió la longitud de las cápsulas, esto se realizó unos días antes del corte, tomando al azar 1 planta de cada repetición en cada variedad y de ellas se midieron 10 cápsulas.

g) Se realizó un análisis bromatológico de la producción de cada lote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se tuvieron dificultades en el desarrollo del cultivo; no se presentaron plagas, ni enfermedades y el manejo de maleza se realizó de forma manual. En la Figura 1 puede observarse el desarrollo de la altura de la plana en función de la fecha para las dos variedades. Como puede observarse, la variedad morena alcanzó más altura que la blanca, La altura promedio de la semilla blanca fue de 195.35 cm y de la semilla morena 174.6 cm; de acuerdo con la prueba de *t*, la diferencia fue significativa.

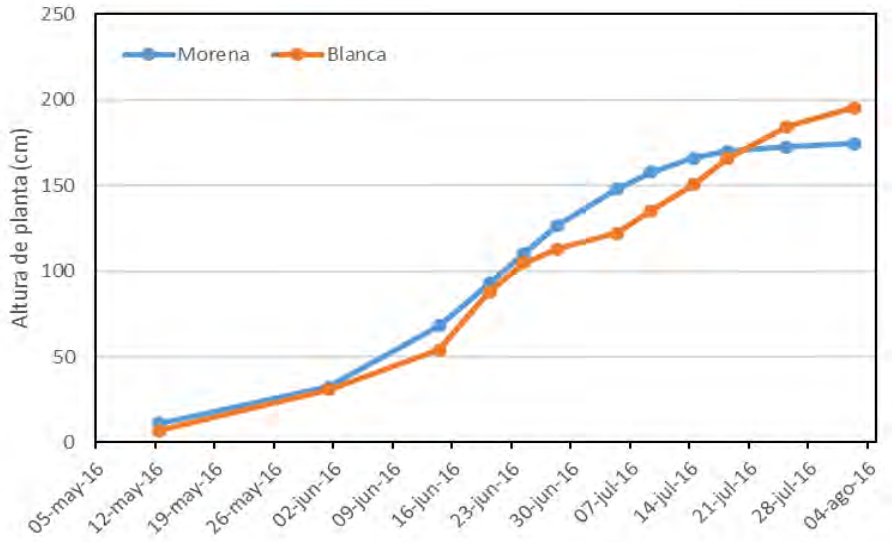


Figura 1.- Altura de planta de dos variedades criollas de ajonjolí en función de la fecha (Ejido Jiménez, Dgo. Ciclo PV 2016).

Con respecto a la variable diámetro de tallo, se encontró diferencia entre las variedades; la variedad blanca obtuvo un diámetro final de 16.7 mm, mientras que al mismo tiempo la variedad morena tuvo en promedio 14.3 mm. Sin embargo, tal y como puede observarse en la Figura 2, en el antepenúltimo muestreo la variedad morena ya había alcanzado los 16 mm de ancho de tallo, mostrando menor diámetro en las mediciones posteriores, lo que pudiera indicar que ya había alcanzado la senectud. Esto es consistente con la declaratoria de que en general las variedades morenas son más precoces que las blancas (Vaca *et al*., 2011). Por otra parte, ambas medias de diámetro de tallo son superiores a los 12 mm en promedio, encontrado por Pérez (2016), quien evaluó variedades de esta especie en Medellín Colombia.

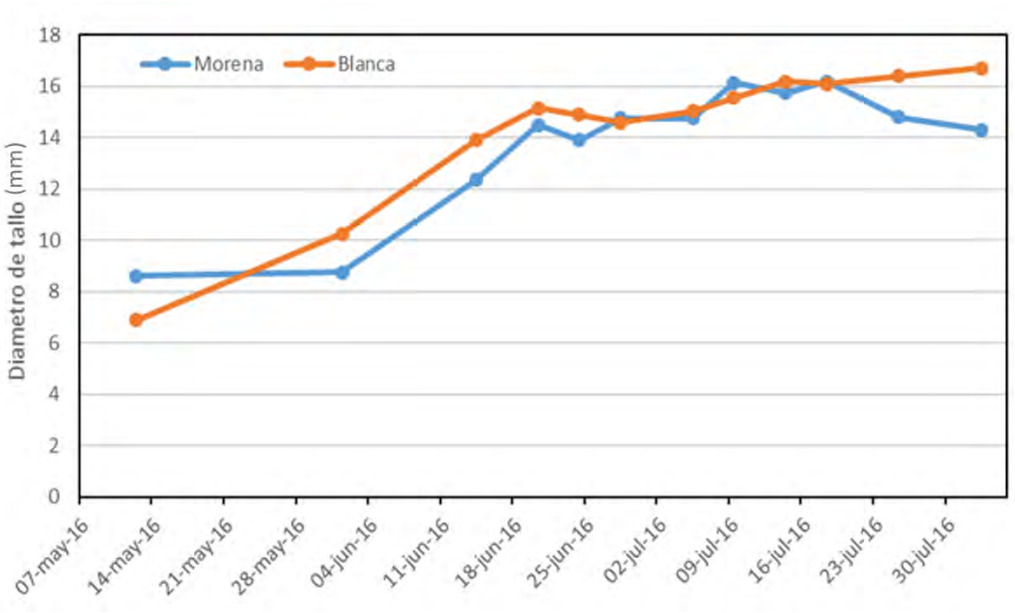


Figura 2.- Diámetro del tallo (mm) de dos variedades criollas de ajonjolí en función de la fecha (Ejido Jiménez, Dgo. Ciclo PV 2016).

Con respecto al peso de "mono" en verde se encontró que para la variedad blanca se obtuvo un peso de 17.65 kilos, contra 12.37 de la variedad morena. Los resultados en esta variable fueron estadísticamente significativos ($P<0.05$).

Para cápsulas por planta, la variedad blanca promedió 160.45, mientras que la morena tuvo 145; encontrando que no existió significancia estadística en esta diferencia.

Al evaluar en número de semillas por cápsula, se encontró que la variedad morena tuvo 71.92 contra 68.2 de la blanca, siendo no significativa la diferencia. De igual forma, la longitud de cápsulas no arrojó diferencia significativas, encontrando una longitud de 2.72 cm para la morena y 2.64 para la blanca. En contraste, el peso de 1,000 semillas fue mayor en la variedad blanca, con 5.12 g, mientras que la morena obtuvo 4.23, consignando diferencias significativas en este caso. En este caso, ambas semillas serían consideradas claramente como "grandes", ya que Laurentín (s/a) consigna que si el peso de 1,000 semillas es de 3 gramos o mayor se considera que la variedad de ajonjolí es de grano grande.

Con respecto al rendimiento, en el que no hubo significancia en la diferencia, el de la variedad blanca se estimó en 3.88 t ha^{-1}, mientras que la morena se calculó en 3.77 t ha^{-1}. Dicha cantidad está muy por encima del mejor rendimiento para 2017 que consigna SIAP-SAGARPA (2017) como 1.65 t ha^{-1} para el estado de Veracruz, mientras que la media nacional fue de 0.77 t ha^{-1}; dicha diferencia con los rendimientos nacionales puede estar influenciada por la densidad de

siembra 200,000 plantas por Ha en general y en este caso en 77,000 y por el efecto de que se extrapolan los datos de una parcela pequeña.

En el Cuadro 1 se puede observar los resultados del análisis bromatológico de ambas variedades que no arrojó diferencias.

Cuadro 1. Análisis bromatológico de dos variedades criollas de ajonjolí.

	Morena	**Blanca**
Aceite	57%	55%
Proteína	19%	20%
Carbohidratos	15%	13%
Ceniza	2%	3%
Fibra	5%	6%
Humedad	2%	3%

CONCLUSIONES

Se encontró que ambas variedades mostraron adecuada adaptación a las condiciones de la Comarca Lagunera.

Se encontraron diferencias significativas en las variables altura de plantas, diámetro de tallo, peso de mono verde y el peso de 1000 semillas.

El rendimiento, la longitud de cápsulas y el número de cápsulas por plantas fueron iguales estadísticamente en ambas variedades.

Será interesante plantear nuevas investigaciones a mayor escala para evaluar el diferencial de producción con ambas variedades y el cierre del ciclo que fue más precoz en la semilla morena.

BIBLIOGRAFIA

Laurentin T., H.E. s/a. El cultivo del ajonjolí: consideraciones generales y agronómicas. Material de Capacitación, Oleaginosas, Producción, Producción Vegetal. Universidad Agrícola. Sitio electrónico, consultado el 18 de agosto de 2017. http://universidadagricola.com/el-cultivo-del-ajonjoli-consideraciones-generales-y-agronomicas/

Pérez B., J.J. 2016. Crecimiento e intercambio gaseoso del ajonjolí (Sesamum indicum L.), bajo la oferta ambiental del bs–T,Sucre –Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín, Colombia. Documento electrónico recuperado el 18 de agosto de 2017. http://bdigital.unal.edu.co/54888/1/1003594082.2016.pdf

Quintero S., R. y J. L. Saldaña. s/a. Guía para la producción orgánica de ajonjolí y jamaica. Bioagricert. Documento electrónico recuperado el 18 de agosto de 2017. https://issuu.com/luiszb/docs/jamaica_ajonjoli

Robles, R.1991. Producción de oleaginosas y textiles. Trillas. México.

SEP-CGUT. 2003. Tecnología de cereales y oleaginosas, Guía del profesor. Secretaría de Educación Pública. Coordinación General de Universidades Tecnológicas. Documento electrónico recuperado el 18 de agosto de 2017. http://studylib.es/doc/616639/tec.-cereales-y-oleaginosas

SIAP-SAGARPA. 2018. Avance de Siembras y Cosechas. Resumen nacional por estado. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. . Sitio electrónico, consultado el 8 de agosto de 2018. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do

Vaca M., F., Vasquez G., J., Vasquez G., V. y J. Vasquez G. 2001. Manual de manejo, el cultivo del ajonjolí. Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". Documento electrónico, recuperado el 20 de agosto de 2017. https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2550/1/210904_0325%20ajonjoli.pdf

APLICACIÓN FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO EN EL CULTIVO DE TOMATE

Oscar Sariñana-Aldaco[1]; Pablo Preciado Rangel[1]*; Manuel Fortis Hernández[1]; Alma Velia Ayala Garay[2]

[1]División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón-San Pedro, Torreón, Coahuila, México
[2]UInstituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. ppreciador@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción agrícola están en continua innovación con el fin de adecuarla a los requerimientos de los consumidores y constantes cambios en la demanda en la preferencia de alimentos sanos, de origen natural, con alto contenido de compuestos bioactivos y sobre todo que su producción sea amigable con el ambiente (Fonseca *et al.,* 2011). A población del país presenta problemas tanto de producción como aquellos relacionados con la poca calidad de los alimentos consumidos (FAO-SAGARPA, 2007). Entre las alternativas para aumentar el rendimiento y calidad de los cultivos, se encuentra la agricultura protegida (Juárez *et al.,* 2015), mejoramiento genético (Gonzales *et al.,* 2008), sistemas hidropónicos (Lara, 1999), así como el uso de elicitores, los cuales incrementan la producción y enriquecen la calidad de los frutos (Vázquez *et al.,* 2016). El ácido salicílico (AS) es considerado un elicitor que actúa como regulador de crecimiento (Vázquez *et al.,* 2016; Sánchez-Chavez *et al.,* 2011), también participa como una molécula de señalización en las plantas, en la reacción de defensa en contra de patógenos (Rangel *et al.,* 2013). Además el AS provoca eventos de respuesta en las plantas tales como: aumentos en la producción de biomasa foliar, en raíz y en frutos, incrementa la actividad fotosintética (Sánchez-Chavez *et al.,* 2011) y activa el metabolismo, lo cual se refleja en el aumento del contenido de proteínas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante (Chen *et al.,* 2016; Tucuch *et al.,* 2017). En base a lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la aplicación foliar AS en la producción y calidad de tomate desarrollado bajo condiciones hidropónicas en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en un invernadero del Instituto Tecnológico de Torreón. Localizado entre las coordenadas 25° 36‟36.54” LN y 103° 22‟ 32.28” LW y a una altitud de 1123 m. Se utilizaron como macetas bolsas de plástico negro calibre 500 tipo vivero de 20 L.,

dichas macetas contenían como sustrato 80% arena y 20% perlita que previamente había sido lavada y desinfectada con hipoclorito de sodio al 0.5%. En dichas macetas se trasplantaron plántulas de tomate hibrido Sahel. En el estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar, el cual consistió en seis tratamientos de AS: 0, 0.025 0.05, 0.075, 0.1 y 0.125 mM. Cada concentración represento un tratamiento, con diez repeticiones por cada uno, dándonos un total de 60 unidades experimentales. Las macetas se acomodaron en doble hilera, con un arreglo tresbolillo y una separación de 1.6 m, donde se obtuvo una densidad de cuatro plantas por metro cuadrado. Las concentraciones de AS fueron aplicadas a las plantas vía foliar cada 15 días a partir del trasplante y hasta la madurez fisiológica de la planta. Las necesidades nutricionales del cultivo fueron cubiertas por medio de una solución nutritiva (Steiner, 1984). Todos los frutos fueron cosechados, contabilizándose, en número y el peso. Posteriormente, de cada tratamiento se seleccionaron cuatro frutos al azar para la evaluación de firmeza y solidos solubles totales (SST). Para la firmeza del fruto se utilizó un penetrometro digital –PTR200, y los datos se registraron en unidades Newton. Para la determinación de los SST se utilizó un refractómetro ATAGO (Master 2311), donde al fruto se le realizo un corte transversal y se extrajeron dos gotas de jugo y se colocaron en el aparato, los datos arrojados fueron registrados por tratamiento como grados Brix. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza para determinar si existió diferencia significativa entre las distintas concentraciones de AS, y la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

Los principales componentes del rendimiento de un cultivo son el número y peso de fruto por planta. El número de frutos se vio afectado por la aplicación de AS, se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos ($P \leq 0.05$; Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la aplicación foliar del ácido salicílico sobre los componentes del cultivo de tomate.

Ácido salicílico (Mm)	Número de frutos	Peso de frutos g
0	21.6 b	100.7
0.025	23.8 ab	108.3
0.05	23.8 ab	108.9
0.075	25.0 a	104.3
0.1	22.5 ab	107.4
0.125	22.6 ab	108.8

Valores con letras iguales dentro de cada columna son similares estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$).

El análisis de varianza mostro que la aplicación de AS afecto significativamente ($P \leq 0.05$) el número de frutos, pero no el peso delos mismos, sobresaliendo el tratamiento 0.075 mM, superando en 15.39% al tratamiento testigo. Esto datos coinciden con lo reportado por Anchondo *et al.* (2011) quienes encontraron que al utilizar AS incremento de 1.5 frutos por planta a 5.1 en el cultivo de fresa. El rendimiento en las plantas fue afectado por la aspersión de AS (Figura 1). Lo anterior puede explicarse porque el AS actúa como un biorregulador de crecimiento, el cual, acelera la división celular e incrementa el rendimiento de los cultivos (Vázquez *et al.,* 2016).

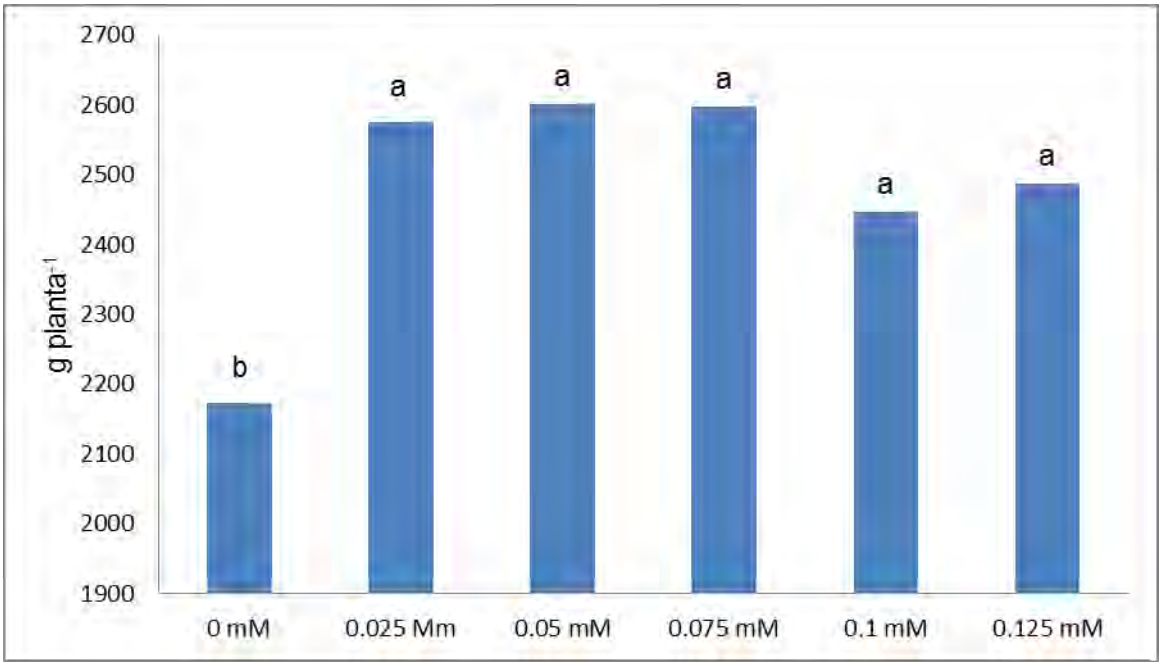


Figura 1. Rendimiento promedio de tomate por efecto de dosis de ácido salicílico. letras iguales denotan igualdad estadística (Tukey, $P \leq 0.05$).

Calidad

La calidad (firmeza y SST) de los frutos fue afectada significativamente ($P \leq 0.05$), por la aplicación de AS, siendo las concentraciones de 0.125 y 0.075 mM con las que se obtuvieron mejores resultados, superando en 44.53% y 17.80% respectivamente al tratamiento testigo (Cuadro 2). Resultados similares presentaron Vázquez *et al.* (2016) quienes reportaron un aumento significativo de firmeza en frutos de tomate con dosis de 0.05 a 0.2 mM de, esto debido a que el AS inhibe la síntesis del etileno, por lo que se disminuye el ablandamiento de los frutos. Los incrementos de AS provocaron un aumento significativo en la acumulación de SST en los frutos (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los mencionados por Peyro *et*

al. (2017) quienes encontraron una mayor concentración de SST en zumos de *Vitis vinífera* tratada con dosis de 2 mM de AS. Ahmad *et al.* (2013) indicaron que dicho incremento se atribuye a que el AS aumenta la actividad fotosintética, por lo cual, la translocación de fotoasimilados en los frutos es mayor.

Cuadro 2. Firmeza y sólidos solubles totales (SST) en frutos de tomate por efecto de la aplicación foliar de ácido salicílico.

Ácido salicílico (Mm)	Firmeza (N)	SST (^{o}Brix)
0	6.4 c	6.0 c
0.025	7.7 bc	6.6 abc
0.05	8.5 ab	6.2 bc
0.075	8.7 ab	7.1 a
0.1	8.9 ab	7.0 a
0.125	9.2 a	6.9 ab

Valores con letras iguales dentro de cada columna son similares estadísticamente (Tukey, $P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de ácido salicílico en plantas de tomate afecta el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate.

A dosis bajas de ácido salicílico se incrementó el rendimiento, en cambio dosis altas lo disminuyen pero se incrementa la calidad de los frutos.

BIBLIOGRAFIA

Ahmad, S., Singh, Z., Khan, A.S., and Iqbal, Z. 2013. Pre-harvest application of salicylic acid maintain the rind textural properties and reduce fruit rot and chilling injury of sweet orange during cold storage. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 50: 559-569

Anchondo-Aguilar, A., Núñez-Barrios, A., Ruiz-Anchondo, T., Martínez-Tellez, J., Vergara-Yoisura, S., and Larqué-Saavedra, A. 2011. Efecto del ácido salicílico en la bioproductividad de la fresa (Fragaria ananassa) cv Aromosa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2:293-298.

Chen, Y., Cui, J., Li, G., Yuan, M., Zhang, Z., Yuan, S., and Zhang, H. 2016. Effect of salicylic acid on the antioxidant system and photosystem II in wheat seedlings. *Biologia Plantarum* 60:139-147.

Fonseca, J.A., Muñóz, N.A., and Cleves, J.A. 2015. El sistema de gestión de calidad: elemento para la competitividad y la sostenibilidad de la producción agropecuaria colombiana. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA)* 2:9-22.

González, F.M., Hernández, A., Casanova, A., Depestre, T., Gómez, L., and Rodríguez, M.G. 2008. El injerto herbáceo: alternativa para el manejo de plagas del suelo. *Revista de Protección Vegetal* 23:69-74.

Juárez-Maldonado, A., de Alba Romenus, K., Zermeño González, A., Ramírez, H., and Benavides Mendoza, A. 2015. Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6:943-954.

Lara Herrera, A. 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra Latinoamericana* 17:221-229.

Peyro, H., Mirjalili, S.A., and Kavoosi, B. 2017. Effect of salicylic acid and aloe vera gel on postharvest quality of table grapes (Vitis Vinifera). *Trakia Journal of Sciences* 15:155.

Rangel, S.G., castro, M.E., Reyes, D.L.C.H., and García, P.E. 2013. El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. *Biológicas Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo* 12:90-95.

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.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, pesca y Alimentación (SAGARPA). 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. México, D. F. Disponible en http:// www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/AsistenciaCapacitacion/…/invernaderos.pdf.Consultado el 20 de febrero de 2018.

Steiner, A. A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-649. Proceeding of the Sixth Int. Congr. on Soilless Culture. International Society for Soilless Culture. Lunteren, The Netherlands.

Tucuch-Haas, C., Alcántar-González, G., Salinas-Moreno, Y., Trejo-Téllez, L.I., Volke-Haller, V.H., and Larqué-Saavedra, A. 2017. Aspersión foliar de ácido salicílico incrementa la concentración de fenoles en el grano de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana* 40:235-238.

Vázquez Diaz, D.A., Salas Pérez, L., Preciado Rangel, P., Segura Castruita, M.Á., González Fuentes, J.A., and Valenzuela-García, J.R. 2016. Efecto del ácido salicílico en la producción y calidad nutracéutica de frutos de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 17:3405-3414.

MEJORAMIENTO DE AJO POR SELECCIÓN INDIVIDUAL PARA LA GENERCIÓN DE LA VARIEDAD ORIÓN

Luis Martín Macías Valdez[1], Luis Humberto Maciel Pérez[1], René Félix Domínguez López[2], Manuel Antonio Galindo Reyes[1], Arturo Cruz Vázquez[1]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) - Campo Experimental Pabellón. Km. 32.5 Carretera Aguascalientes – Zacatecas. C.P. 20671. Tel. 01-800-088-2222 y (55) 3871-8700 ext. 82510.
[2] Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes (UTNA), Dirección Académica de Desarrollo de Negocios y Agricultura Sustentable y Protegida. Av. Universidad Núm. 1001, estación Rincón, Rincón de Romos, Ags., C.P. 20400.

INTRODUCCIÓN

La mayor producción de ajo a nivel mundial se concentra en los países asiáticos, principalmente en China, que en el 2013 produjo casi 20 millones de toneladas alcanzando el 82.3 % de la producción. La siguen India (5%), Corea del Sur (2%), Egipto (1%) y Rusia (1%), (Flaño, 2012). Para ese año México, participo con el 0.4% de la producción mundial, a pesar de lo cual es considerado como uno de los principales países productores y exportadores de ajo en el mundo, para el año 2015, se estableció una superficie de 5,346 hectáreas, con un rendimiento medio de 10.594 ton/ha (SIAP, 2015). Para el estado de Aguascalientes en el mismo año se sembraron 294 ha con un rendimiento promedio de 10.258 ton/ha (SIAP, 2015). En la zona productora de ajo del estado de Aguascalientes, se presentó el problema de una disminución paulatina del rendimiento de este cultivo a través del tiempo y una disminución en la superficie establecida (SAGARPA, 2001 y SARH, 1982-2000). Este comportamiento se debió a que los productores de ajo destinaron los bulbos más grandes y de mejor calidad para el mercado en fresco con el propósito de obtener mejores precios, y por lo tanto dejaron para semilla los peores bulbos. Burba (1992) menciona que esta situación es muy común que se presente cuando el productor de ajo se autoabastece de semilla de un ciclo de cultivo a otro al destinar una parte de los bulbos no comercializables para la siembra. A este esquema de producción vegetativa de semilla de ajo basado en la siembra de los dientes pequeños se le conoce como selección negativa. Además, esta práctica origina una mezcla permanente de clones (Burba, 1992), y también la presencia de enfermedades causada por un complejo de hongos *Fusarium, Botrytis, Penicillum*, etc. (Velásquez y Macías, 2006). Este tipo de trabajos de mejoramiento permiten la obtención de variedades de ajo que posean mayor rendimiento y calidad, este es el caso de la variedad Orión generada por a través de un proyecto de mejoramiento genético, esto lo han hecho otros países productores de ajo del mundo con éxito, ya que el ajo por ser una planta de reproducción asexual, las posibilidades de mejoramiento genético por los métodos

tradicionales (cruzamientos) son limitadas (Brewster, 1994). El objetivo fue obtener uno o más clones de ajo de alta capacidad productiva y buena calidad de bulbo, permitan elevar el rendimiento medio regional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético de ajo utilizado para llevar a cabo el presente proyecto de investigación, fueron clones de ajo Perla, California y Jaspeado (Coreano y Chino), todos se iniciaron con la colecta de bulbos en la región productora de ajo de Aguascalientes. Esta actividad se realizó en diferentes épocas durante la última semana del mes de abril y la primera de junio, debido a que estas son las fechas en las que se realiza la cosecha comercial, y son las adecuadas para elegir los mejores bulbos con base a las características de rendimiento y calidad deseadas, tales como: tamaño, forma, sanidad y color del bulbo. Además, en esta etapa del cultivo se aprecian las características de la planta principalmente en lo referente al vigor y sanidad del follaje. A los bulbos de los tres tipos de ajo mencionados anteriormente (Perla, California y Jaspeado), se le sometió a un riguroso proceso de selección con el fin de obtener clones superiores en rendimiento y calidad, además se realizaron las acciones correspondientes para conservar los individuos sobresalientes y de eliminar a los que no reunían las características deseadas de peso y calidad al momento del desgrane para la obtención de la semilla (dientes). Se eliminaron los bulbos con bajo peso por individuo (deshidratación después del período de almacén), alto número de dientes (más de 16), problemas fitosanitarios (hongos, ácaros, etc.), bulbos con mala cobertura (dientes expuestos), bulbos reventados y bulbos deformes. Posteriormente, se realizó su establecimiento en el campo, sembrando cada uno de los clones con separaciones para evitar mezclas de genotipos, también por separación se sembraron el grupo de dientes provenientes de un solo bulbo, de esta forma se puede tener identificada la descendencia genealógica de cada colecta. Debido a que el ajo es un cultivo de ciclo otoño-invierno, se realizó la siembra de los materiales en la fecha 28 de octubre del 2015 y la cosecha fue escalonada, iniciando el 17 de mayo finalizando el 16 de junio del año 2016 con el ajo tipo California. Los clones de ajo se sembraron en franjas por tener diferente número de bulbos. Para analizar los datos de rendimiento se utilizó un diseño completamente al azar, para el análisis de los datos se utilizaron 10 muestreos al azar, y las pruebas de medias se realizaron mediante la Diferencia Mínima Significativa (DMS). Los testigos utilizados de cada tipo de ajo para hacer las comparaciones de rendimiento fueron materiales tomados al azar de parcelas productoras de ajo de la región.

Modelo

$Yij=\mu+\sigma i+\varepsilon ij$

i=1,2…tratamiento

j= 1,2,….,r (repeticiones)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra el análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar para el rendimiento obtenido por los Clones Avanzados de Ajo Perla durante el ciclo de producción otoño–invierno 2015-2016, donde se observa una diferencia estadística altamente significativa (P≤0.01), lo que indica que los clones de ajo manifestaron un rendimiento diferente entre ellos a un nivel de probabilidad del 95%. El valor del coeficiente de variación de 6.75% se considera bajo, lo que indica que los datos utilizados para el análisis son confiables

Se realizaron los análisis de varianza mediante un modelo estadístico completamente al azar, utilizado 13 tratamientos del ajo tipo Perla con 6 repeticiones en cada una de las variables consideradas. En los Cuadros 1 y 2 se observa que las variables que mostraron diferencias altamente significativas (P≤0.01) fueron: Rendimiento, altura de planta, ancho de hoja, número de hojas y diámetro de hoja**.** Y solamente la variable, largo de hoja mostró diferencia significativa (P≤0.05). En todos los casos, los coeficientes de variación mostraron valores menores al 10%, considerados bajos lo que indica que los datos tomados para hacer dichos análisis fueron confiables. Debido a que en todos los casos se detectó diferencia significativa se procedió a realizar las pruebas de medias a través de la Diferencia Mínima Significativa (DMS)**.**

Cuadro 1. Análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar para las variables de los clones de ajo Perla. Ciclo o–i 2015-2016.

Fuente de variación	Rendimiento kg/ha			Altura de planta cm			Ancho de hoja cm		
	G.L.	C.M.E.	C.V. (%)	G.L.	C.M.E.	C.V. %	G.L.	C.M.E.	C.V. (%)
Clones de ajo	12	33676460 **	6.7	12	175.8 **	3.3 %	12	0.6 **	7.8
Error exp.	117	893243		65	3.1		65	0.1	
Total	129			77			77		

Continúa Cuadro 1

Fuente de variación	Largo de hoja cm			Núm. de hojas			Diámetro de tallo cm		
	G.L.	C.M.E.	C.V. (%)	G.L.	C.M.E.	C.V. %	G.L.	C.M.E.	C.V. (%)
Clones de ajo	12	55.6 *	8.6	12	4.4 **	3.3 %	12	0.6 **	7.8
Error exp.	65	16.5		65	0.4		65	0.1	
Total	77			77			77		

*Diferencia significativa con una probabilidad ≤ 0.05

** Diferencia significativa con una probabilidad ≤ 0.01

N.S. No existe diferencia significativa

En el Cuadro 2, se presenta el rendimiento y calidad del bulbo expresado por el número de dientes y considerando que a menor número de dientes es mayor la calidad. En este caso se observa que el clon R-35-10-1B, es el que obtuvo el mayor rendimiento, aunque también mostró el mayor número de dientes con 17.2, este número de dientes no se considera muy alto, ya que un número adecuado está comprendido entre 15 y 16 dientes por bulbo, en un trabajo realizado en este sentido por Pardo y Marín (2003) determinaron que las características morfológicas del follaje y las características del bulbo son los indicadores a considerar para detectar cultivares sobresalientes y que se adapten a la región en estudio donde se pretendan explotar. Este clon se registró como una nueva variedad llamada Orión, la cual posee el número de registro AJO-011-090318 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Además, se observa que mostró la mayor altura de planta, aunque es estadísticamente igual al clon C-3-1/25 con 58.3 centímetros. También se observa que es estadísticamente superior a los otros clones en las variables relacionadas al follaje de la planta como lo son, ancho, largo y número de hojas, al respecto Gvozdanovic *et al* (2004) menciona que la mejor respuesta de un genotipo a los factores ambientales de una región, expresada a través de la interacción genotipo x ambiente ofrece importante información para los mejoradores al elegir el clon que mejor se adapte a dicha región productora de ajo al analizar los componentes de la planta.

Cuadro 2. Rendimiento promedio y valores de las variables evaluadas del ajo Perla durante el ciclo de cultivo o-i 2015-2016.

Clon	Rend Kg/ha	Núm. de dientes	Altura de planta cm	Ancho de hoja cm	Largo de hoja cm	Núm. de hojas	Diám. de tallo cm
R-35-10-1B	16,362 abc	17.2 b	58.3 a	3.2 ab	49.8 abc	14.5 a	1.6 cd
C-3-1/25	16,164 a	14.4 c	58.3 a	3.3 a	47.8 abcde	14.3 ab	1.8 ab
C-37-1/8	15,571 ab	16.1 ab	54.8 b	3.2 ab	49.3 abcde	13.7 bcd	1.7 bcd
R-11-1-1B	15,424 de	19.9 a	59.0 a	3.1 abc	49.5 abcd	13.7 bcd	1.7 bcd
C-CN04	15,095 bc	15.8 abc	52.7 c	3.3 a	45.0 def	13.5 cde	1.8 a
C-BM04TS	14,890 bc	15.7 abc	52.7 c	2.9 bc	47.2 abcde	13.5 cde	1.7 abcd
C-ST04	14,392cde	15.1 bc	51.5 c	2.8 c	45.2 cde	13.2 de	1.6 cd
C-CN95/2	13,973def	15.8 abc	53.0 c	42.8 c	46.2 bcde	13.5 cde	1.5 d
C-GV04	13,681 ef	16.4 abc	51.0 c	2.9 c	46.2 bcde	12.8 e	1.6 cd
C-10/21TS	13,425 f	16.1 abc	51.3 c	2.8 c	44.7 ef	13.0 de	1.5 d
C-Testigo	8,579 g	16.2 abc	39.3 d	2.1 d	40.3 f	11.2 f	1.1 e

- Los valores unidos con la misma literal son iguales estadísticamente según la prueba DMS (Diferencia Mínima Significativa) P≤0.05

CONCLUSIÓN

Mediante la evaluación y caracterización de 11 clones de ajo a través del bulbo y del follaje, se pudo determinar que el genotipo R-35-10-1B es superior en rendimiento y además posee buena calidad. Por lo tanto, y debido a su comportamiento se registró como una variedad de ajo y cuyo nombre se le asignó Orión, con número de registro AJO-011-090318 en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.

BIBLIOGRAFÍA

Burba, J., L. 1992. Producción, propagación y utilización del ajo (*Allium sativum* L.). *In*. Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Santiago, Chile. p. 69-71.

Flaño I., A. 2012. El mercado del ajo. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Gobierno de Chile. http://www.odepa.gob.d/odepaweb/publicaciones/doc/5696.pdf (Revisado el 05 de marzo de 2013).

Flaño I., A. 2015. El mercado del ajo. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Gobierno de Chile. http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1442431522ajo.pdf (Revisado el 17 de febrero de 2017).

Gvozdanovic J., Vasic M., Cervenski D. and Bugarski D. 2004. Genotype and enviroment effects on yield and quality of winter garlic. Genetika, Vol. 36, No. 2, 161-170.

Pardo R., A y Marín R., C. 2003. Caracterización de cultivares de ajo en Cubiro, estado Lara. Agronomía Tropical 53(4): 381-395.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP. 2008. Producción agrícola. Ciclo: cíclicos y perennes 2008. Ajo. http://reportes.siap.gob.mx/agrícola_siap/icultivo/index.jsp?cveCultivo=4&invitado=true.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. Producción agrícola. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). [En línea]. http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/ientidad/index.jsp. (Revisado el 31 de agosto de 2011).

SARH. 1982-2000. Evaluación del ciclo agrícola primavera verano. Delegación del estado de Aguascalientes. Distrito de Desarrollo Rural 001.

Velásquez V., R. y Macías V. L. M. 2006. Evaluación de rendimiento y fitosanidad de materiales de ajo en Aguascalientes. *In:* XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de las Ciencias Hortícolas. Chihuahua, Chih., México. 27 al 29 de septiembre del 2005. p. 332-335.

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA Y PROMOCIÓN DE BROTACIÓN EN VID (*Vitisvinifera L.*) "RED GLOBE" EN AGUASCALIENTES

Manuel Antonio Galindo-Reyes, ZeltzinNataly Rivero-Romo y Emmanuel Bautista-Reyes

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas yPecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. Correo electrónico, galindo.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La vid para masa (*Vitis vinífera*) se considera una de las principales frutas en el sector agrícola mexicano, se caracteriza por ser una de las principales frutas de exportación que, sumado al alto valor de su producción, representa una fuente importante de divisas; además, de ser un generador de empleo a causa del uso de mano de obra.

En el año 2012, México produjo poco más de 279 mil toneladas de uva para mesa con un valor de la producción de 6,330 millones de pesos; la superficie cultivada fue de 17,716 hectáreas. La vid para mesa, en la producción nacional, representa el 17.50%, lo que la ubica en un lugar importante, sobre todo por la generación de divisas que representa para el país. La producción en el país se realiza en cerca de 16 estados de la república mexicana, entre los cuales los primeros cinco: Sonora, Baja California, Zacatecas, Coahuila y Aguascalientes.

En el norte centro del país como en Aguascalientes y Zacatecas la vid se destina para mercado nacional. En el estado de Aguascalientes, según los datos del Sistema Producto Vid del estado, actualmente se dedican a esta actividad 235 productores, con más 1,250 hectáreas de vid en producción.

Aguascalientes ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en la producción de vid; al indicar que en el 2012 se cosecharon 11 mil 371 toneladas, obtenidas de 797 hectáreas ubicadas principalmente en los municipios de Cosío, Tepezalá, El Llano y Rincón de Romos. No obstante, la cosecha coincide con precios bajos debido a una saturación del mercado aparentemente desde julio hasta septiembre y con ello se obtiene generalmente baja rentabilidad.

Ante esta situación, una estrategia desde el punto de vista agronómico es el uso de producción forzada para adelantar o atrasar la cosecha de la uva para consumo en fresco en esta región del país. En este caso particular, la estrategia es producir fruto fresco en las primeras semanas del mes de junio para aprovechar los precios más atractivos en el mercado en esa temporada (SNIIM, 2015). Por esta razón el objetivo de esta investigación fue determinar la estación de

crecimiento por temperatura, estimar la acumulación de frio y evaluar diferentes tratamientos para adelantar la brotación en vid para mesa Red Globe.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Campo Experimental Pabellón del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Norte Centro, ubicado en el kilómetro 32 de la carretera Aguascalientes – Zacatecas.

Determinación de la probabilidad de heladas y cálculo de acumulación de frío

Se determinó la probabilidad de ocurrencia de las heladas tardías y de heladas tempranas en la región, esto se realizó al tomar la fecha de la última helada de cada año y la fecha de la primera helada de cada año de los últimos 13 años, de acuerdo con la metodología de Romo y Arteaga(1989). Los datos de clima se obtuvieron de la Red de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas de Inifap para la estación de Pabellón de Arteaga.

En cuanto a la acumulación de frío, se calcularon las Unidades Frío y para ello se consideraron seis métodos distintos que se encuentran en la página de clima.inifap: método de Carolina del Norte, 1983; el Modelo Dinámico (Sudáfrica II), 1987; Bajas Necesidades de Frío (Florida); Richardson, 1974; el modelo Dinámico Sudáfrica I; y el método de Utah. Para seleccionar el mejor modelo se consideró la desviación estándar y coeficiente de variación con menor valor.

La estimación de probabilidad de heladas y de la acumulación de frío fueron necesarias para comenzar a realizar las actividades de manejo del cultivo cuando se tuviera una baja probabilidad de riesgo de helada y se haya acumulado frio suficiente en la región.

Aplicación de promotores de brotación

Los tratamientos de promotores de brotación se aplicaron en plantas en letargo de vid para mesa Red Globe e injertada sobre el portainjerto*Vitisrupestris*. Se evaluaron cuatro tratamientos para inducir un adelanto en la brotación: a)aspersión de tidiazurón (TDZ)a concentración de 300 mg L^{-1}; b) aplicación con brocha de ajo natural, molido y fresco al 10% (Ajo); testigo temprano (sin promotor); y testigo tardío (testigo Inifap). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones.

Las plantas donde se distribuyeron los tratamientos con TDZ, Ajo y sin promotor se les realizó poda de fructificación el día 13 del mes de febrero e inmediatamente después se aplicó el riego de rehidratación o de ~~a~~rranque", la lámina de riego fue de 300 mm, y finalmente dos días después se hizo la aplicación de los promotores de brotación. En cambio, las plantas del

tratamiento testigo Inifap se les hizo poda de fructificación y se les aplicó la misma lámina de riego que a las plantas de los tratamientos anteriores, pero tres semanas más tarde.

El manejo agronómico del viñedo se realizó de acuerdo con las prácticas tradicionales recomendadas para la región (Gailndo y Ruíz, 2016).

Colecta de información

Como variable de respuesta se determinó la dinámica de brotación para cada tratamiento en estudio. Para estimar esta variable se cuantificó el porcentaje de brotaciónen seis plantas por tratamiento, para lo cualse registró cada dos o tres días el número de yemas brotadas. Para obtener el porcentaje de brotación se cuantificó el número de pitones con yemas brotadas, se dividió entre el número total y multiplicar el resultado por 100. Este conteo se realizó hasta que todos los tratamientos llegaron por lo menos al 90% de brotación acumulada. Como yema brotada se consideró cuando la yema estaba en la fase de punta verde.

Análisis de la información

Para las unidades frío la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada método evaluado. En el caso de la brotación, únicamente se calcularon promedios de los porcentajes acumulados en cada punto de muestreo.

RESULTADOS

Para tener éxito en el adelanto o atraso de cosecha en cualquier frutal es indispensable contar con condiciones favorables de temperatura y humedad adecuadas para que las yemas de la planta salgan de letargo y continúen su crecimiento sin problemas.

Probabilidad de heladas

A partir de los datos de temperatura delos últimos 13 años de la Red de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas de Inifappara la localidad de Pabellón, Aguascalientes se obtuvo la probabilidad de heladas, misma que se muestra en la Figura 1. En esta figura se muestra que la estación de crecimiento por temperatura y considerando una probabilidad de heladas del 10% se inicia desde el 15 de marzo y se termina el 30 de octubre.

En la Figura 2 se observa que para el día juliano 74 ocurre entre cinco y diez por ciento de brotación de yemas y en la Figura 1 se aprecia que para el día 15 de marzo existe una

probabilidad de helada de 10%; esto indica que es posible correr el riego y adelantar la cosecha por lo menos dos semanas con relación al tratamiento testigo Inifap.

Figura 1. Probabilidad de heladas en la región de Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. Helada se consideró como temperatura ≤ 0 grados.

Unidades Frio

Se calcularon las desviaciones y coeficientes de variación para los seis métodos para estimar unidades frio que proporciona la Red de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas de inifappara la localidad de Pabellón, Aguascalientes (Cuadro 1). Los métodos que presentaron menos coeficiente de variación fueron los de Bajas Necesidades de Frío (Florida) y el Modelo Dinámico Sudáfrica I, con 37 y 34%, respectivamente; no obstante, se eligió el primer método, ya que mediante este método se estimaron 362 unidades frío y estas unidades se aproximan a las que se acumulan anualmente en promedio en la región.

Cuadro 1. Unidades frío en el Campo Experimental Pabellón para diferentes métodos.

Método	UF promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación
Carolina del Norte Shaltout y Unrath	-83.667	311.353	-372.133
Modelo Dinámicode Erez y Couvillon	199.002	164.382	82.603
Bajas Necesidades de Frío (Florida)	362.207	133.657	36.900
Richardson	-218.695	333.307	-152.407
Modelo Dinámico Sudáfrica I	883.655	300.920	34.054
Universidad de Utah	135.439	169.074	124.834

Dinámica de brotación

En los tratamientos TDZ, Ajo y sin promotor la brotación se inició a los 74 días julianos, mientras que el tratamiento hasta los 80 días julianos, esto significa uaadelanto en brotación de una semana prácticamente (Figura 2). No obstante, después los 95 días todos los tratamientos promueven el 100% de brotación, ello indica que las 363 unidades frio acumuladas fueron suficientes para que las yemas de vid Red Globe salieran del letargo de manera satisfactoria.

Cuando se comparan los tratamientos TDZ, Ajo y sin promotor, que fueron los que se aplicaron primero se determina que son muy similares, lo que sugiere que el tidiazuron y el ajo no tuveron efecto sobre el adelanto de la brotación, por lo que ese adelanto observado se atribuye a la activación por poda y riego, ya que en estos tratamientos se realizaron tres semanas antes.

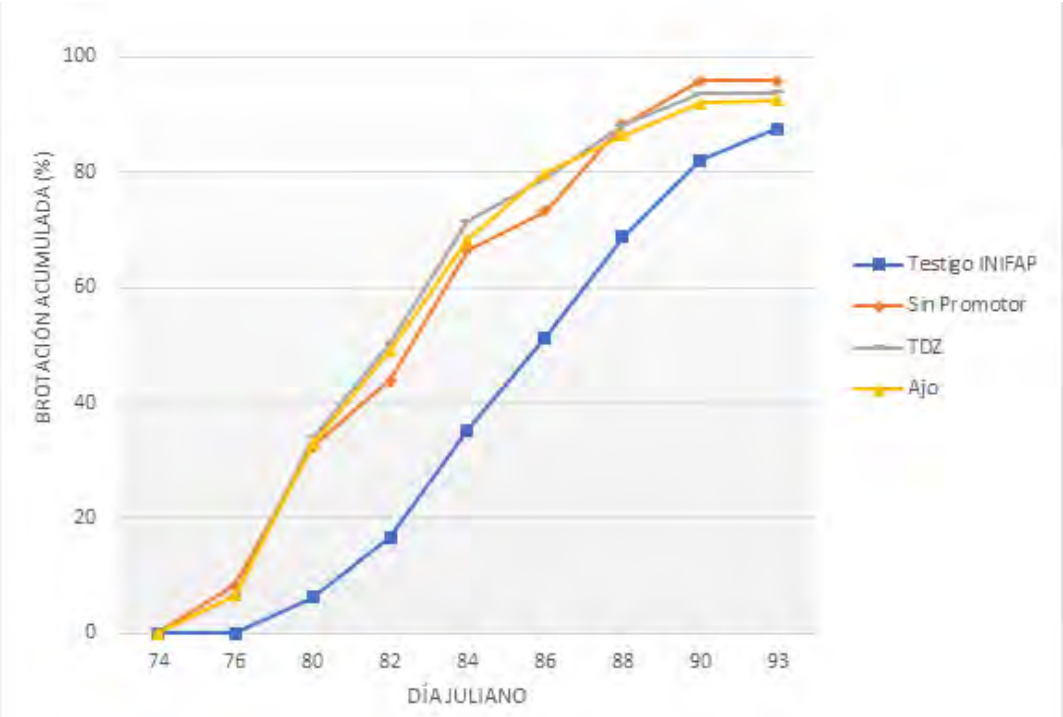


Figura 2. Brotación acumulada en vid para mesa variedad ~~–~~Red Globe".

CONCLUSIONES

La estación de crecimiento por temperatura en el Campo Experimental Pabellón se restringe a ocho meses escasamente.

El método recomendado para estimar unidades frío fue el de Bajas Necesidades de Frío de Florida, por presentar menos coeficiente de variación.

Con el uso de los tratamientos de TDZ, Ajo y sin promotor de brotación se pudo adelantar por lo menos una semana la fecha de brotación con relaciónal testigoInifap.

BIBLIOGRAFÍA

Galindo R. M. A. y Ruíz A. O. 2015. Estrategias para ahorrar agua en vid para mesa. Folleto técnico Núm. 70. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes México. 45 p.

Romo, G. J. R. y R. A. Ramírez. Meteorología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Segunda edición. Chapingo, estado de México. 442 p.

FOTOSÍNTESIS DE LA ALFALFA EN EL OTOÑO EN LA COMARCA LAGUNERA

Edmundo Castellanos Pérez[1], Ana I. Maraña Santacruz[1], Ulises N. Gutiérrez Guzmán[1], Esmirna P. de la Cerda[1], J. Santos Serrato Corona[1].

[1] Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango.ecastellmx@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es considerada la planta forrajera más importante a nivel mundial (Ferreira *et al*., 2015), ya que este forraje es ofrecido al ganado por su alto contenido de proteínas (Villalobos-Cano *et al*., 2018; Abid*et al*., 2016; Martínez-Rubin*et al*., 2011). En la producción de leche, esta planta es uno de los principales forrajes considerados por su alto valor nutritivo (Ríos-Flores *et al*., 2018; Abid*et al*., 2016).La Comarca Lagunera es la cuenca lechera de México más importante donde los forrajes de buena calidad nutricional deben ser considerados. Los forrajes principales en la región lagunera son maíz, sorgo y alfalfa (Reta *et al*., 2010). La cantidad de proteína cruda de la alfalfa es arriba del 20% (Ferreira *et al*., 2015) y es el forraje que menos fertilizante y plaguicidas necesita (Terrazas *et al*., 2012). Aunque la alfalfa tiene alto valor nutritivo para los rumiantes, eluso eficiente del agua es bajo, ya que para la producción de biomasa tiene una evapotranspiración alta (Nuñez*et al*., 1999; Terrazas *et al*., 2012).

El objetivo de este estudio fue medir la fotosíntesis neta y el uso eficiente del agua para fijar CO_2 la alfalfa a diferentes horas del día durante el otoño.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en el campo agrícola de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango en el Mpio. de Gómez Palacio, Durango. El área está localizada en las coordenadas 25 46‘ LN y 103 21‘ LO. El clima es árido con precipitación promedio de 200 mm que ocurren principalmente en verano. Los muestreos fueron en un cultivo de alfalfa de la variedad cropland 7211 sembrada en Marzo de 2017 y regada superficialmente. Los muestreos fueron en Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre de 2017. Los horarios de mediciónfueron de las 8 a las 10 horas el primer muestreo, de las 11 a las 12 horas el segundo, y el tercer muestreo de las 13 a las 15 horas. En cada fecha de muestreo, antes de iniciar el primer muestreo, se localizaron cinco macollos de plantas de alfalfa y se identificó en cada uno de ellos una rama con hojas en la cual se tomaron las lecturas con el medidor de fotosíntesis CI-340 Cid, Inc. Después del último muestreo de cada día, el de las 13-15 horas, las hojas fueron cortadas y fueron llevadas al laboratorio para medir el área foliar con un medidor de área LI-COR LI-3100. La información registrada en el sistema de fotosíntesis CI-340 fue descargada en excel donde también se anotó el área foliar de las hojas de alfalfa que

fueron usadas en la medición del intercambio de gases en el campo para obtener la tasa fotosíntesis neta, la transpiración, y el uso eficiente del agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los resultados de la fotosíntesis neta enμmol/m^2/s(Fn) y la eficiencia del uso del agua en la fijación deμmol de CO_2por mmol de agua transpirada.El 13 de Septiembre presentó la mayor fotosíntesis en el primer muestreo, disminuyendo en el segundo y tercer muestreo, por lo que hubofotoinhibición. La temperatura foliar media fue de 22.4°C en el primer muestreo, 38.3 y 39.9 °C para el segundo y tercer muestreo, respectivamente. Así también en el primer muestreo se presentó la mayor eficiencia en la fijación de CO_2.

El 04 de Octubre hubo más fotosíntesis en los dos últimos muestreos que en el primer muestreo y la eficiencia en la fijación de CO_2 fue igual en los tres muestreos. La temperatura de la hoja fue de 22.2 °C en la mañana, y de 30.3 y 34.0 °C en el segundo y tercer muestreo. Fue similar la fotosíntesis el 10 de Octubre en los tres muestreos, pero hubo mayor eficiencia en la mañana. La temperatura foliar fue de 22.8, 32.0 y 27.9 °C para el primer, segundo y tercer muestreo, respectivamente.

El 17 de Octubre presentó la alfalfa mayor fotosíntesis en los dos últimos muestreos y la eficiencia fue ligeramente inferior en el último muestreo.La temperatura media foliar fue de 14.7, 31.4 y 35.0 °C para el primer, segundo, y tercer muestreo. Se presentó posible fotoinhibición por baja temperatura.El 24 de Octubre, el primer muestreo tuvo la menor tasa fotosintética y el segundo la más alta. La temperatura de la hoja fue de 14.2, 31.1, y 33.5 °C. Al igual que la fecha anterior, se presentó fotoinhibición por baja temperatura.

El 31 de Octubre, la más alta tasa fotosintética fue en el primer muestreo y la más baja en el segundo muestreo. La eficiencia fue mayor en la mañana y la más baja en el tercer muestreo. Las temperaturas registradas en la hoja fueron de 21.0, 31.9 y 35.3 °C, por lo que posible fotoinhibición por temperatura alta ocurrió.

El 07 de Noviembre, los dos primeros muestreos presentaron valores de fotosíntesis similares. El tercer muestreo fue más bajo, por lo tanto ocurrió fotoinhibición por temperatura alta. La eficiencia también fue más alta en los dos primeros muestreos. Las temperaturas foliares fueron de 23.2, 35.3 y 36.0 °C para el primer, segundo y tercer muestreo.

Cuadro 1. Fotosíntesis neta en μmol/m^2/s (Fn), y eficiencia del uso del agua (Fn/transpiración) en la fijación de CO_2 de la alfalfa en Septiembre y Octubre de 2017 en la Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango.

Fecha	hora	Fn	E.E.[1]	EficienciaFn/Transpiracion μmol/ mmol	E.E.	n

13 de Septiembre						
	9-10	23.07	7.45	9.01	2.45	10
	12-13	9.78	1.99	5.97	1.84	10
	14-15	8.88	1.62	5.59	1.62	11
04 de Octubre						
	9-10	9.46	1.71	6.05	0.69	10
	12-13	32.36	2.34	7.68	0.21	10
	14-15	27.15	3.72	5.66	0.85	10
10 de Octubre						
	8-9	12.76	8.11	15.49	9.63	11
	11-12	10.71	1.53	5.80	1.23	10
	14-15	16.56	1.14	7.47	0.38	9
17 de Octubre						
	8-9	10.99	3.79	6.97	1.23	9
	11-12	23.00	1.68	9.57	2.04	11
	13-14	23.82	2.4	4.05	0.39	11
24 de Octubre						
	8-9	6.67	2.84	19.4	8.03	7
	11-12	17.49	4.9	25.67	5.11	9
	14-15	11.86	2.53	6.54	1.65	8
31 de Octubre						
	9-10	41.98	12.66	33.49	16.92	8
	11-12	17.59	3.20	8.64	2.68	9
	14-15	22.89	3.24	3.40	0.82	10

[1] E.E. = error estándar.

El 14 y 21 de Noviembre la tasa de fotosíntesis fue similar en las dos fechas de muestreo y en los tres muestreos dentro de cada fecha, presentando una mayor eficiencia en el primer muestreo de ambas fechas. Las temperaturas foliares para el primer, segundo y tercer muestreo fueron de 18.7, 35.1 y 36.6 °Cpara el 14 de Noviembre y de 15.0, 31.0 y 32.4 °C para el 21 de Noviembre (Cuadro 2).

Cuadro 2. Fotosíntesis neta en µmol/m^2/s (Fn), y eficiencia del uso del agua (Fn/transpiración) en la fijación de CO_2 de la alfalfa en Noviembre y Diciembre de 2017 en la Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango.

Fecha	hora	Fn	E.E.[1]	Eficiencia Fn/Transpiracion µmol/ mmol	E.E.	n
07 de Noviembre						
	9-10	40.23	5.3	9.43	1.68	11
	12-13	39.91	12.5	8.36	2.85	9
	14-15	10.43	4.63	4.82	1.82	6

14 de Noviembre					
9-10	18.38	3.74	8.32	2.53	8
12-13	18.32	5.65	3.87	1.26	10
14-15	18.95	8.43	3.45	1.11	11
21 de Noviembre					
9-10	19.33	1.38	14.04	0.85	10
12-13	19.37	2.91	4.6	0.41	10
14-15	18.69	2.57	4.14	0.29	10
28 de Noviembre					
9-10	36.21	10.12	38.77	16.45	6
12-13	14.2	1.58	5.1	1.38	7
14-15	16.34	6.92	8.63	4.48	8
05 de Diciembre					
9-10	40.28	7.12	32.91	6.38	10
12-13	24.78	4.8	6.63	1	12
13-14	17.78	3.28	3.28	0.56	10
11 de Diciembre					
9-10	8.05	3.43	30.54	12.33	8
12-13	9.92	1.66	8.89	0.58	7
14-15	16.71	2.36	24.31	8.49	9

[1] E.E. = error estándar.

El 28 de Noviembre y el 05 de Diciembre fue mayor la fotosíntesis en el primer muestreo y menor en los dos últimos, por lo que se presentó fotoinhibición por temperatura alta. La eficiencia también fue mayor en el primer muestreo en estas dos fechas. Para el primer, segundo y tercer muestreo, la temperatura en la hoja fue de 14.2, 32.8 y 33.0 °C para el 28 de Noviembre y de 13.4, 31.0 y 34.3 °C para el 05 de Diciembre.El 11 de Diciembre hubo mayor tasa de fotosíntesis en el tercer muestreo y mayor eficiencia en el primero, y la menor eficiencia en el segundo muestreo. La temperatura foliar fue de 8.9, 11.8 y 19.1°C para el primer, segundo y tercer muestro.

El 13 de Septiembre, 31 de Octubre, y el07 de Noviembre, se presentaron temperaturas foliares entre 21 y 23°C en el primer muestreo, y temperaturas arriba de los 30°C en el segundo y tercer muestreo, bajando la tasa de fotosíntesis en los últimos muestreos por fecha. Esto no ocurrió el 04 de Octubre donde se registraron temperaturas foliares semejantes a las de las fechas antes mencionadas, sino posiblemente ocurrió una baja en la fotosíntesis por baja temperatura en la mañana.

El 17 y el 24 de Octubre se presentaron temperaturas foliares por debajo de los 15°C en el primer muestreo y por arriba de los 30°C en los siguientes dos muestreos, encontrado una baja en la fotosíntesis en el primer muestreo. El 28 de Noviembre y el 05 de Diciembre también se presentaron temperaturas foliares similares a las del 17 y 27 de Octubre, sin embargo se encontró una baja en la fotosíntesis en las temperaturas mayores a los 30°C.

Castellanos y Muñoz (2002) reportaron en un muestro en invierno en alfalfa en este mismo sitio midiendo la fluorescencia clorofílica (Fv/Fm), la cual es un estimador de la actividad fotosintética, donde reportan un efecto de las altas y bajas temperaturas en la disminución de Fv/Fm. Como lo fue reportado por Castellanos y Muñoz (2002) y Castellanos *et al*. (2005) en muestreos sobre alfalfa en invierno, más investigación es necesaria, ya que diversos factores son los que estresan a las plantas para que recurran a la fotoinhibición reversible (Aro *et al*., 1993; Rintamäki*et al*., 1997) como un proceso para resistirradiaciones solares altas, estrés hídrico, temperaturas extremas, entre otros factores (Castellanos, 2001; Lovelock y Winter, 1996). La temperatura de la hoja se incrementó conforme avanzaron las horas del día, siendo la temperatura más baja a las 8-10 horas y la más alta a las 13-15 a excepción de la fecha del 10 de Octubre. La temperatura del aire es uno a tres grados mayor que la temperatura de la hoja ya que una de las funciones de la cubierta vegetal ante la demanda evaporativa por la radiación solar es bajar la temperatura foliar con el agua del suelo (Castellanos *et al*., 2013).

CONCLUSIONES

La alfalfa presentó baja en la fotosíntesis neta en temperaturas foliares bajas en el mes de Octubre en tres fechas de muestreo y una fecha con baja fotosíntesis por altas temperaturas. En el muestreo de Septiembre, dos fechas de Noviembre y una de Diciembre hubo baja fotosíntesis por temperaturas foliares altas. En una fecha de Octubre, dos de Noviembre y una de Diciembre no se encontró una baja en la fotosíntesis dentro de los muestreos de cada fecha.

BIBLIOGRAFIA

Abid, M., M. Haddad, A. B. Khaled, E. Mansour, K. Bachar, B. Lacheheb, A. Ferchichi.2016. Water relations and gas exchange in alfalfa leaves under drought conditions in southern Tunisian oases. *Pol. J. Environ. Stud*. 25: 917-924.

Aro E.M., I. Virgin, and B. Anderson. 1993. Photoinhibition of photosystem II.Inactivation, protein damage and turnover. *Biochimica et Biophysica Acta* 1143:113-134.

Castellanos P.E., P. L. Andrade C., J.S. Serrato C. y S. Berumen P. 2013. Diferencia entre temperatura foliar de la alfalfa y del aire influenciada por el déficit de presión de vapor en la Comarca Lagunera. *Agrofaz* 13:33-38.

Castellanos P.E., J.J. Martínez R., C.M. Valencia C., J.J. Quiñones V., y M. López L. 2005. Fotoinhibición de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) creciendo con gramíneas en el invierno de la Comarca Lagunera, México. *Phyton. International Journal of Experimental Botany*2005:39-45.

Castellanos P. E. y O. Muñoz E. 2002. Fluorescencia clorofílica de la alfalfa(*Medicago sativa* L.) en invierno en la Comarca Lagunera. *Revista Agrofaz.* Vol. 2 No. 1. pp: 51-55.

Castellanos P. G. 2001. Estimación de la productividad del matorral micrófiloen Pasaje, Dgo.Tesis Licenciatura. URUZA. Universidad Autónoma de Chapingo.

Ferreira, J.F. S., M. V. Cornacchione, X. Liu, and D.L. Suarez. 2015.Nutrient composition,forage parameters, and antioxidant capacity of alfalfa (*Medicago sativa*, L.) in responseto saline irrigation wáter. *Agriculture 5*:577-597.

Lovelock C.E., and K. Winter. 1996. Oxygen-dependent electron transport from photoinibition inleaves of tropical tree species. *Planta* 198:580-587.

Martínez-Rubin de Celis E., E. Rivas-Robles, L. Martínez-Corral, J. Frías-Ramírez, J. Orozco-Vidal, M. Fortis-Hernández, M.A. Segura-Castruita. 2011.Producción dealfalfa *Medicago sativa* L.) en suelo compactado a varias intensidades. *Phyton* 80:189-192.

Nuñez H.G., J. Santamaría C., R. Faz C. 1999. Resultados de investigación de forrajes de alta calidad nutritiva con condiciones limitantes de riego en la Región Lagunera. VCiclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo-LALA 99. Gómez Palacio Dgo. 11, 12 y 13 de Noviembre, 1999. pp. 104-117.

Reta, S.D., U. Figueroa V., R. Faz C., G. Nuñez H. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 33(4): 83-87.

Rintamäki E., M. Salomen, U.M. Suoranta, I. Carlberg, B. Anderson, and E.M. Aro. 1997. Phosphorylation of light-harvesting complex II and photosystem II coreproteins showsdifferentirradiance-dependent regulation *in vivo. The Journal of Biological Chemistry*48:30476-30482.

Terrazas P. J.G., R. Mendoza S., A. Durón T., E. Echávez V. 2012. Rendimiento y valor alimenticio de variedades de alfalfa para la producción de leche en la cuenca deDelicias, Chihuahua. Publicación especial No. 19. CIRNOC-INIFAP. Campo Experimental Delicias. Cd. Delicias, Chihuahua.

Villalobos-Cano, O., E. Sánchez-Chávez, C. R. Morales-Nieto, M.E. Esparza-Vela, E. Santellano-Estrada. 2018. Análisis de la eficiencia productiva del cultivo de alfalfamediante regresión logística de datos categóricos en el Distrito de Riego 05-Delicias, Chihuahua, México.*Nova Scientia* 10:352-368.

EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA EN TRES FORMAS DE SELENIO EN PLANTAS DE FRIJOL PINTO SALTILLO

María del Rosario Jacobo-Salcedo[1], Ma. Magdalena Villa Castorena[1], Ricardo Trejo Calzada[2], Uriel Figueroa Viramontes [3]

[1]INIFAP, CENID RASPA, Km. 6.5 Margen Derecho Canal Sacramento. 35140. Gómez Palacio, Dgo.; [2] Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional de Zonas Áridas, Bermejillo Dgo.; [3] INIFAP, Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdés 1200 Pte., Col. Centro, 27440 Matamoros, Coah., México.e-mail: jacobo.rosario@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Una de las prioridades numero uno de los paises en desarrollo como lo es México es trabajar sobre la crisis de la seguridad alimentaria y nutricional del pais. Esta es una necesidad básica, las estadisticas manifiestan que el 14% de la población infantil sufre de desnutrición, y no solo es por la falta de alimentos si no por la calidad de alimentos que se consumen, una alta ingesta calorica no asegura una apropiada nutrición y principalmente en el caso de los niños.

La Canasta Básica Alimentaria (CBA) se define como el conjunto de alimentos en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades calorícas de un hogar promedio. Y uno de los alimentos de mayor consumo en la población mexicana es el frijol. En Mexico, el frijol (*Phaseolus vulgaris*) ocupa la cuarta posición en importancia en cuanto a produción debido a la superficie que se cultiva, solo despues de maíz, pastos y sorgo. Durante el 2015 se cosecharon 1.56 millones de hectareas, de las cuales el 90% se cultivaron en condiciones de temporal, para ubicarse en 969.1 miles de toneladas de frijol(FIRA, 2016).El alto consumo de este grano permitiriá tener un fuerte impacto sobre el aporte nutricional,e incidir sobre los indices de desnutrición de la población. En el mundo se desarrollan mecanismos para mejorar la calidad nutricional de diferentes alimentos mediante diferentes herramientas como lo es la biofortificación.

La biofortificación puede jugar un rol importante en la mitigación de malnutrición de micronutrientes y garantizar la calidad de vida en el mundo (Waters y Sankaran, 2011). La biofortificación consiste en aplicar técnicas de fitomejoramiento que aprovechan la variabilidad existente en las diferentes especies cultivadas respecto a su contenido de nutrientes, para aumentar el nivel de estos en los cultivos (Monserrate*et al*., 2009).

Entre los muchos nutrientes esenciales y micronutrientes funcionales cada uno de ellos juega un papel importante en el desarrollo biológico de los organismos. El selenio (Se) es un micronutriente esencial en los seres vivos, forma parte de más de 20 diferentes proteínas, se encuentra en dos aminoácidos la selenocisteina y la selenomethionina, los cuales conforman

las selenoenzimas. Este elemento es un cofactor esencial de aproximadamente 50 enzimas, en donde la principal función es como antioxidante (Lyons *et al.*, 2004). Sin embargo, los seres humanos y los animales no somos capaces de bio-trasformar él Se inorgánico en orgánico, por lo que la principal fuente de este elemento es mediante la alimentación vegetal. El adicionar selenio a las plantas debe desarrollarse cuidadosamente, en primera instancia se deben conocer los índices de sensibilidad de la planta para asimilar el selenio y no generar toxicidad en ella.

Los ensayos de toxicidad son los bioensayos empleados para reconocer y evaluar los efectos de los contaminantes sobre los organismos. En los bioensayos se usan organismos vivos como reactivo para evaluar los efectos de cualquier sustancia fisiológicamente activa. Estos ensayos consisten en la exposición de grupos de organismos, a determinadas concentraciones del tóxico por un tiempo determinado, a la par de grupos de control (que no se exponen al tóxico). Posteriormente, se miden y registran los efectos biológicos observados en cada uno de los grupos control y tratados(Reinoso, 2014).

El caso de los ensayos de fitotoxicidad se emplean semillas que se someten a proceso de germinación estando en contacto con el agente químico a probar. Es importante destacar que durante el periodo de germinación y los primeros días de desarrollo de la plántula ocurren numerosos procesos fisiológicos en los que la presencia de una sustancia tóxica puede interferir alterando la supervivencia y el desarrollo normal de la planta, siendo por lo tanto una parte de gran sensibilidad frente a factores externos adversos. Por otra parte, muchas de las semillas, por lo que la respuesta de esta especie y los datos obtenidos a partir de la aplicación de esta prueba son en gran medida representativos de los efectos en semillas o plántulas en general. El éxito o aptitud de una plántula para establecerse en un ambiente determinado es de gran importancia para garantizar la supervivencia de las especies(Sobrero y Ronco, 2004).

Por lo que en este trabajo se sometieron semillas de frijol a diferentes concentraciones y formas químicas de selenio con el objetivo de evaluar la respuesta de las mismas a la presencia de selenio en las primeras fases de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo constó de evaluar el grado de toxicidad de las diferentes formas de Selenio en semillas de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Pinto Saltillo. La semilla de frijol fue proporcionada por el Campo Experimental Valle de Guadiana del INIFAP. Las semillas fueron sometidas a un proceso de desinfección que consistió en sumergir las semillas en hipoclorito de

sodio al 7%, posteriormente se lavaron con agua reconstituida repitiendo el procedimiento en dos ocasiones.

Las semillas que no presentaron ningún defecto visual se colocaron en cajas Petri en donde previamente se le colocó un papel filtro Watman que funge como soporte y retenedor de humedad. En cada caja se colocaron 10 ml de cada concentración y 10 semillas, cada tratamiento se replicó en cinco ocasiones. Se taparon las cajas y se colocaron en bolsas plásticas para evitar la pérdida de humedad, cada tratamiento fue incubado a 22°C por 120 horas. Cada 24 horas se realizó la cuantificación de semillas que presentaban germinación. Terminado el periodo de exposición, se procedió a cuantificar el efecto de la germinación.

Se establecieron tres formas químicas de selenio: Selenito de Sodio (Na_2SeO_3), Selenato de Sodio (Na_2SeO_4) y Dióxido de Selenio (SeO_2), cada uno de ellos a una concentración de 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0, 20.0, 30.0 y 50.0mgL^{-1}. Se tuvo un Control Positivo (Sulfato de Zn) y un Control Negativo (agua reconstituida), lo que generó 32 tratamientos con 5 repeticiones.

Todos los datos fueron analizados mediante procedimientos estándar ANOVA para un diseño estadístico completamente al azar. El efecto de las medias fue analizado mediante test de Tukey a nivel de confianza P>0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÖN

A través de la prueba de germinación se evaluó el efecto de tres diferentes formas químicas de Selenio (Se) sobre el porcentaje de germinación en semillas de frijol variedad Pinto Saltillo. Este bioensayo es importante para determinar el nivel de toxicidad de estos productos sobre las semillas y colateralmente definir dosis toxicas de los mismos. La germinación debe estar por sobre el 50% para considerar que no se producen efectos negativos sobre las plántulas(Sobrero & Ronco, 2004).

En condiciones generales es posible observar una germinación promedio del 94.86 % en aquellos tratamientos donde se empleó selenio; en contraste, en aquellas semillas de control se tuvo una germinación promedio del 93.16%, lo cual indica un incremento en la capacidad germinativa de este grano ante la presencia de selenio.

Los resultados obtenidos mostrarondiferencia significativa entre los tipos de selenio (F=21.718, P=0.001), estableciendo dos grupos uno de ellos incluyeNa_2SeO y SeO_2, los cuales reflejaban entre si no tener diferencia estadística significativa, y en el otro el Na_2SeO_3 en el cual observó

una media inferior en el % de germinación. Así mismo las concentraciones empleadas no mostraron diferencia estadística (F=1.733, P=0.078) lo que hace referencia que las diferentes concentraciones tienen respuestas disímiles en la germinación de las semillas de frijol. El análisis realizado mostró que la mejor respuesta se observa en Selenato de sodio y Dióxido de selenio como se puede observar en la Figura 1.

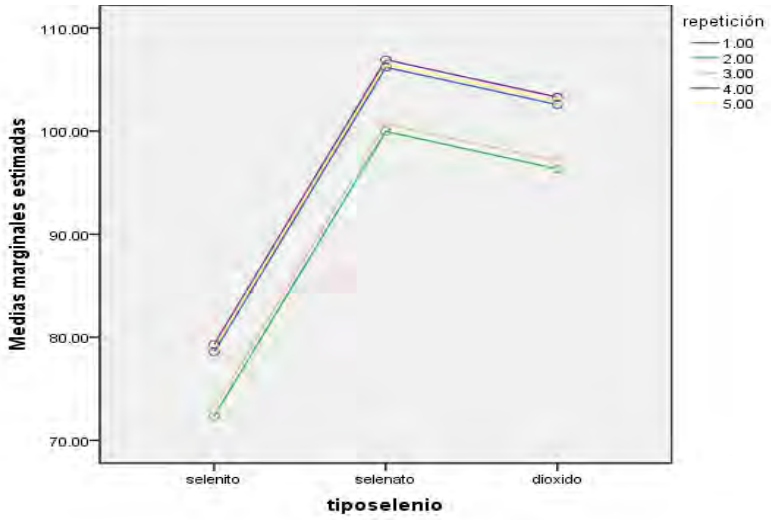


Figura 1. Medias de germinación empleando tres diferentes fuentes químicas de Se.

Los resultados de la evaluación del control y los tratamiento se indica en la Figura 1, donde se aprecia el diferente comportamiento de las formas químicas de selenio sobre el proceso de germinación en donde solo la concentración de 0.05 mgL^{-1} de Selenito de Sodio inhibió la germinación en más del 50%; sin embargo, en el rango de concentración de 0.5 a10mgL^{-1} se tiene una inhibición promedio del 4%.

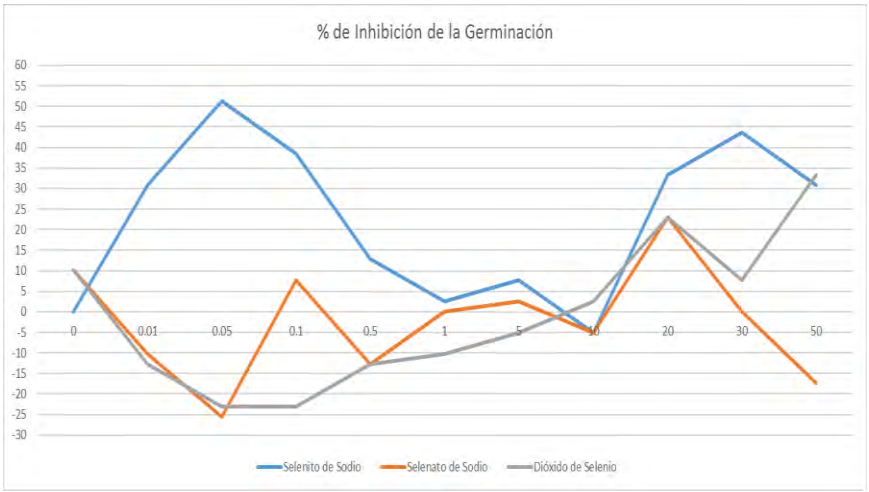


Figura 2. Porcentaje de Inhibición de germinación de tres formas químicas de Se.

A pesar de no observarse diferencia estadística entre las diferentes concentraciones en el caso de Selenito la concentración que presentó mayor grado de inhibición del crecimiento fue 0.05 mgL^{-1} mientras que en Selenato de Sodio y Dióxido de Selenio fue de 20 mg L^{-1}. es importante indicar que este último caso la inhibición es menor al 25% con lo que aun cumplen con los requisitos para no presentar toxicidad importante ante el proceso de germinación.

Un dato importante es que el selenio no presentó un avance progresivo en el % de inhibición como lo es en el caso de algunos otros metales pesados como lo es plomo y cromo que en el estudio realizado por Cáceda y Valera (2017) se observó una curva progresiva donde conforme la concentración aumenta el grado de inhibición de la germinación aumentó.

CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas permiten definir que el Selenito de Sodio, el Selenato de Sodio y el Dióxido de Selenio presentan bajos niveles de toxicidad en semillas de frijol variedad Pinto Saltillo. Dichos resultados permiten definir pautas de biofortificación para el cultivo de frijol.

Los resultados obtenidos y los índices de toxicidad para frijol permiten definir rangos seguros de concentración para procesos de fortificación de este micronutriente. El mejoramiento nutrimental del frijol permite atender la imperante necesidad de nuestro país para disminuir los índices de desnutrición en la sociedad, impactando directamente en un producto de consumo en toda la sociedad principalmente en sectores de menores ingresos.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por proyecto No.11491734525 por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango.

BIBLIOGRAFÍA

Cáceda, J., y Valera, A. (2017). Aplicación De Bioensayos En La Medición De Toxicidad Por Metales Pesados En Fuentes Superficiales De Agua Para Consumo Humano. *Ciencia y Desarrollo*, *10*, 35–38. Retrieved from http://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/CYD/article/viewFile/219/196

FIRA. (2016). Panorama Agroalimentario, Frijol 2016. *Dirección de Investigación Y Evaluación Económica Y Sectorial*, *I*, 1–25.

Lyons, G. H., Lewis, J., Lorimer, M. F., Holloway, R. E., Brace, D. M., James, C. R., & Graham, R. D. (2004). High-selenium wheat: Agronomic biofortification straategies to improve human nutrition. *Food, Agriculture and Environment*, *2*(1), 171–178.

Monserrate Rojas, F. A., Pachon, H., Hyman, G. G., y Vesga Varela, A. L. (2009). Metodología para seleccionar zonas de intervención con cultivos biofortificados. *Rev. Panam. Salud Publica*, *26*(5), 419–428.

Reinoso Carrasco, J. del C. (2014). Determinación de toxicidad del aluminio presente en el sistema de alcantarillado de aguas residuales de la planta de tratamiento de Ucubamba de la ciudad de Cuenca. *Tesis De Grado*, 1–127.

Sobrero, M. C., y Ronco, A. (2004). Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga Lactuca sativa L. *Imta*, 55–67. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Waters, B. M., & Sankaran, R. P. (2011). Moving micronutrients from the soil to the seeds: Genes and physiological processes from a biofortification perspective. *Plant Science*, *180*(4), 562–574. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.12.003

ESTIMACION DE LA DEMANDA HIDRICA DEL MAIZ MEDIANTE SENSORIA REMOTA.

Enrique MiguelValle[1]; Carlos Miguel Ramos Cruz[2]; Gerardo Delgado Ramírez[3];Orlando Ramírez Valle[4]

[1]Técnico auxiliar de Investigador del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Atmósfera (CENID-RASPA) del INIFAP. Canal Sacramento Km. 6.5. C.P. 35140. Gómez Palacios, Durango.[2]*Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31 Carretera Montemorelos-China. C. P. 67400. General Terán, Nuevo León.[3]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA–INIFAP). Km 6.5 Canal Sacramento, Las Huertas. 35140 Gómez Palacio, Durango, México.[4]Campo experimental Sierra de Chihuahua Av. Hidalgo N° 1213 Colonia Centro C.P.31500 Cuauhtémoc Chihuahua.
*Email: quiquemiguel89@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays*L) predomina en la zona agrícola de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, donde en verano, el recurso hídrico y el desconocimiento para efectuar el riego, son factores limitantes de la producción por lo que conocer la cantidad exacta de las necesidades de agua para el riego es esencial en la planificación del recurso hídrico y para incrementar los rendimientos. La estimación de la cuantificación precisa de la evapotranspiración del cultivo (ETc) sirve de base para aplicar el riego de manera oportuna y asegurar la estabilidad del rendimiento de los cultivos (Allen *et al*., 1998; De Medeiros*et al*., 2001)

Un insumo importante para la estimación de las necesidades de riego para la toma de decisiones en vastas extensiones de terreno, es necesario contar con una cartografía de la superficie total de maíz que contenga información fenológica del cultivo. Las necesidades de agua de los cultivos se pueden definir como la cantidad de agua requerida para reponer la que se pierde debido a la evapotranspiración, dicha pérdida está determinada por las condiciones climáticas locales y del cultivo. Las necesidades hídricas en cultivo se determinan calculando la evapotranspiración, este método se utiliza ampliamente. De acuerdo con Ray y Dadhwal, (2001), la evapotranspiración del cultivo se rige por las condiciones del clima que prevalecen en el sitio. El Kc permite conocer el estadio fenológico teniendo como resultado la ETc.

Algunos métodos experimentales son poco prácticos para el cálculo del Kc. Proponemos un enfoque práctico con base en índices de vegetación (IV) para calcularlo. Kamble*et al*. (2013), definió al Kc como una representación directa del crecimiento de los cultivos y de las condiciones reales en el campo, por lo tanto, puede estar relacionado con los IV típica de cada cultivo y en formato de cada pixel. Los datos provenientes de sensores remotos permiten estimar algunas variables relacionadas con la fenología de la vegetación (Bastiaanssen, 2000). Los valores de reflectancia captados por los sensores proveen datos para realizar una

estimación indirecta del Kc, algunos autores reportaron gran similitud entre patrones estacionales de diferentes IV de cultivos anuales (Bausch y Neale, 1987; Hunsaker*et al*., 2003; Er-Raki*et al*., 2007).

La región norte de México se caracteriza por tener ambientes semiáridos donde la precipitación es escasa y restrictiva para el buen desarrollo de los cultivos. De modo que para asegurar una buena producción es necesario el uso eficiente del agua de riego sobre todo en aquellas zonas donde los acuíferos están siendo sobreexplotados a un ritmo acelerado, llevando a una disminución significativa en los niveles freáticos y al consecuente uso no sustentable del recurso (García *et al*., 2013).

La agricultura en el oeste del estado de Chihuahua es una de las actividades que demanda mayor cantidad de agua del acuífero, donde el principal cultivo en condiciones de riego es el maíz; el cual ocupa una superficie de 48,000 ha equivalente al 85 % de la superficie cultivada. El sistema de riego superficial es multicompuertas con 46,210 ha destinadas a este cultivo (SEMARNAT-CONAGUA, 2012).

Ante tal condición, se requiere usar de manera eficiente el agua de riego y para ello es necesario utilizar herramientas que permitan dar seguimiento al desarrollo fenológico del cultivo en tiempo y espacio. Los sensores remotos son una herramienta que permite monitorizar de manera espacio-temporal el comportamiento de los fenómenos fenológicos de los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo durante el ciclo de cultivo en 2015, al oeste del estado de Chihuahua, donde predomina el maíz, el área de estudio se encuentra en la parte central del estado de Chihuahua entre los paralelos 28º 23‘47‘‘ y 28º 51‘ 43‘‘ latitud norte y los meridianos 106º 46‘ 19‘‘ y 107º 11‘ 20‘‘ longitud oeste (Figura 2) con un área destinada a la producción agrícola que asciende a 54,568 ha bajo condiciones de riego. El oeste del estado de Chihuahua tiene una altitud media de 2,012 msnm, Las características climáticas del área de estudio presentan una temperatura máxima de 24.0 ºC, temperatura mínima de 4.5 ºC, temperatura media de 14.3 ºC, con una oscilación térmica de 19.4 ºC; la precipitación media anual es de 460 mm, con una evaporación potencial anual de 2,000 mm y un fotoperiodo promedio de 12 h, (Medina *et al*., 2006; Calderón *et al*., 2012).

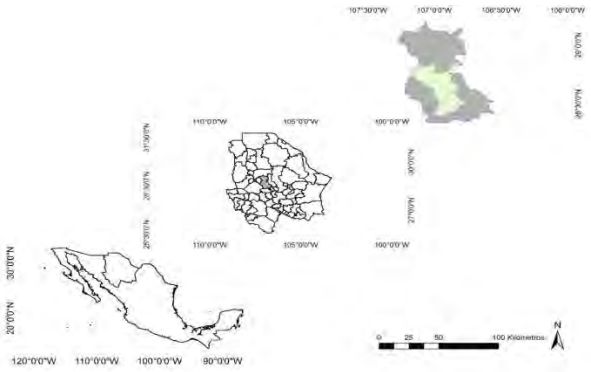


Figura 1Localización del área de estudio de la zona oeste del estado de Chihuahua.

Para llevar a cabo el presente trabajo, se utilizaron imágenes satelitales del 19 de abril al 29 de noviembre del año 2015, se obtuvieron 13 escenas en total. Las imágenes fueron provistas por el sensor OLI a bordo del satélite Landsat 8 (resolución espacial de 30*30 m). Para el procesamiento de imágenes se utilizó el software *Arcgis* Se recolectaron datos de estaciones meteorológicas circundantes al área de estudio para calcular la Evapotranspiración de referencia (ETo).

METODOLOGÍA

Previo al procesamiento de las imágenes satelitales se les aplicó un procedimiento que redujo la influencia de fenómenos atmosféricos mediante la aplicación del algoritmo Geobia_lansat_8.1. La estimación de la Evapotranspiración de referencia (ETo) se determinó mediante la ecuación de Makkink, (1957) (Ecuación 1). La ETr, se calculó con el producto de la evapotranspiración de referencia y el coeficiente de cultivo (Ecuación 2) Hargreaves y Samani (1991).

$$ETo = C_{mak} \frac{\Delta}{\Delta+\gamma} \frac{R_s}{\lambda} \qquad (1),$$

Dónde: ETo, es evapotranspiración de referencia (mm día^{-1}); Rs, radiación solar incidente (MJ m^{-2} día^{-1}); λ, es calor latente de vaporización (MJ Kg^{-1}); γ, es la constante psicrométrica; Δ, es la pendiente de la curva de presión de vapor (kPa ºC^{-1}) y Cmak es una constante de calibración que depende del cociente Rn/Rs, una serie de experimentos establecieron un valor de 0.65 para Cmak. (Stewart *et al*., 1999; Garatuza y Watts, 2005; Cruz *et al*., 2014).

Con fundamento en la expresión realizada por Hargreaves y Samani, (1991) la ETr se determina mediante la expresión:

ETr = ETo * Kc (2)

Donde Kc es el coeficiente del cultivo y depende del tipo de planta cultivada (Allen *et al*., 1998). El coeficiente de cultivo varía de acuerdo a la etapa fenológica con referencia a los valores globales de acuerdo con la FAO-56.

La metodología desarrollada para la estimación del coeficiente del cultivo fue derivada de la normalización del NDVI (Ecuación 3). Tomando en cuenta la estrecha relación entre el crecimiento vegetativo y el incremento en los índices de vegetación.

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (3)$$

Donde ρ_{NIR} es la reflectividad en la banda del infrarrojo cercano, ρ_{RED} es la reflectividad en la banda visible roja (Huete, 1994; Huete, 1997).

La determinación del Kc para maíz se realizó mediante la normalización del NDVI (Groeneveld*et al*., 2007; Hunsaker*et al*., 2005; Schüttemeyer*et al*., 2007), se utilizó la Ecuación 4 (Ramírez, 2014).

$$K_C = 1.20\left[\frac{NDVI - NDVI_{MÍN}}{NDVI_{MÁX} - NDVI_{MÍN}}\right] \quad (4),$$

Donde Kc es el coeficiente del cultivo, y $NDVI_{mín}$ y $NDVI_{máx}$ son los valores mínimo y máximo del NDVI en todas las escenas, determinados mediante estadísticas de imágenes en toda la zona de estudio, y el valor constante de 1.20 corresponde al Kc máximo para maíz de grano (Allen *et al*., 1998).

RESULTADOS Y DISCUCION

Las mediciones de ETo se iniciaron el día 109 y se culminaron el día 333 los valores diarios de ETo se estimaron con datos obtenidos de diez estaciones meteorológicas circundantes en el área de estudio.Las estimaciones iniciales del Kc se realizaron para los días de paso del satélite. Sin embargo, para la estimación de la ETr diaria se requirió el cálculo de los valores

diarios del Kc durante el periodo de estudio. Para ello se realizó una interpolación lineal entre los días de paso del satélite.

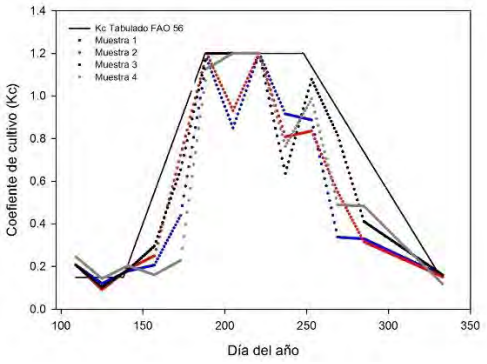


Figura 2 Evolución temporal del Kc propuesto por la FAO y la tendencia de la magnitud estimada del Kc mediante índices de vegetación.

Los valores estimados del Kc se presentan en la Figura 2. Para la mayoría de los cultivos agrícolas, el índice aumenta desde el valor mínimo de 0.15 para el caso del maíz a finales de abril o mediados de junio, hasta alcanzar un Kc máximo de 1.20 en los meses de julio y agosto, esto sucede porque el suelo está cubierto en su totalidad por el cultivo. En las tres zonas de estudio, para esta temporada se presentaron fluctuaciones por efecto de cobertura de nubes en los días 202 y 237, mostrando valores bajos del Kc (0.90 y 0.77, respectivamente). Una vez terminada la etapa de desarrollo pleno del cultivo, se inicia el proceso inverso, donde los valores del Kc disminuyen hasta 0.15; esto obedece principalmente a las características propias del cultivo en la etapa de cosecha.

Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron correlación alta con respecto a los valores de la FAO-56 en la predicción de los valores del Kc (r^2>0.89).

La ETr en las primeras semanas de desarrollo contabilizó valores bajos de ETr desde 0.11 mm hasta 1.0 mm día^{-1}, cuando inició el periodo de desarrollo tuvo el valor más alto de Etr de 6.07 mm día^{-1}, seguido de un comportamiento similar al de inicio de temporada con valores bajos en la etapa de senescencia.

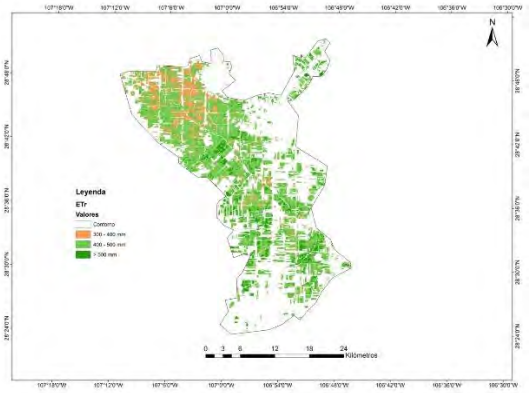


Figura 3 Distribución espacial de la ETr para el cultivo de maíz ciclo agrícola 2015.

Los resultados del cálculo de laETr se presentan en la Figura 3. Los valores oscilaron de 0.11 mm día^{-1} hasta un valor máximo de 6.07 mm día^{-1}. Los valores máximos de la ETr se presentaron en los meses de julio y agosto, cuando la vegetación está en pleno desarrollo y cubriendo en su totalidad el suelo. En esta etapa, las pérdidas de agua por evapotranspiración se incrementaron debido al crecimiento vegetativo y cuando la disponibilidad del agua decrece a niveles críticos, esto provoca la reducción del rendimiento del cultivo.

Los valores bajos (300- 400 mm) de ETr detectados con técnicas de teledetección se localizaron de manera agrupada en la parte norte del área agrícola, en este caso se utilizó la tonalidad naranja para destacarlos. Probablemente éstos valores se deben a las condiciones de suelo imperantes en la zona de estudio, ya que son suelos delgados, originados por las características propias de los suelos ubicados en la cuenca media, aunado a lo anterior está la longitud de las tendidas de riego, que propician la distribución deficiente del agua de riego y se generan áreas sin suministro para satisfacer sus necesidades hídricas.

CONCLUSIÓN

En la presente investigación se desarrollaron las bases que permiten monitorear el desarrollo de los cultivos mediante técnicas de percepción remota, con la finalidad de que los encargados del manejo del agua en zonas agrícolas, tomen decisiones acertadas en la oportunidad de aplicación del agua de riego, mediante el conocimiento del desarrollo fenológico del cultivo y la demanda atmosférica.

Las magnitudes del Kc estimadas mediante el NDVI durante el ciclo de cultivo, resultaron similares a los propuestos por la FAO-56, con valores obtenidos de r^2 mayores a 0.89 son satisfactorios y representativos del área agrícola de Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua.

Las estimaciones de la evapotranspiración real (ETr), realizadas mediante la utilización de imágenes del satélite Landsat 8, facilitaron el cálculo del índice Kc a partir del NDVI, logrando con ello contabilizar los flujos de agua mediante el proceso de la ETr, en la zona agrícola de Ciudad Cuauhtémoc, específicamente en las parcelas sembradas con maíz. La variación en la estimación de la ETr quizás se debió a la respuesta de las plantas ante eventos de lluvia, riego, o bien a la diferencia en las fechas de siembra.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. "Evapotranspiración del Cultivo, Guías para la determinación de los Requerimientos de Agua de los Cultivos". FAO Riego y Drenaje. 24(56), 1-276.

Bastiaanssen, W. G. M. 2000. "SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey". Journal of Hydrology, 229(1-2), 87−100. doi:10.1016/S0022-1694(99)00202-4

Bausch, W.C. and Neale, 1987, "Crop coefficients derived from reflected canopy radiation: A concept". Trans. ASAE. 30 (3), 703-709. doi: 10.13031/2013.30463.

Calderón, A, L. E., Rivera, M,, V. H., Porter, B, L., Martínez, Y, A., Ladah, L. B., Martínez R, M., Alcocer, J., Santiago, P, A.L., Hernández, A, H.A., Reyez, G, V.M., Pérez, S, D.R., Díaz, N,V., Sosa, R.J., Herrera, S.J., Búrquez, A. 2012. "An assessment of natural and human disturbance effects on Mexican ecosystems: Current trends and research gaps". Biodiversity and Conservation, 21, 589–617. DOI 10.1007/s10531-011-0218-6

Cruz, B.M., Lorite I.J., and Santos C. 2014. "An Innovative Remote Sensing Based Reference Evapotranspiration Method to Support Irrigation Water Management under Semi-Arid Conditions". Agricultural Water Management, 131(1), 135–145. doi:10.1016/S0378-3774(00)00150-5

De Medeiros, G.A., Arruda, F.B., Sakai, E.I., Fujiwara, M. 2001. "The influence of crop canopy on evapotranspiration and crop coefficient of beans (Phaseolus vulgarisL.)". Agriculture Water Manage, 49(3), 211–224. doi:10.1016/S0378-3774(00)00150-5

Er-Raki, S., Chehbouni, A., Guemouria, N., Duchemin, B., Ezzahar, J., Hadria, R. 2007. "Combining FAO-56 model and ground-based remote sensing to estimate-water consumptions of water crops in a semi-arid region". Agriculture Water Management, 87, 41-54. doi:10.1016/j.agwat.2006.02.004

García, P. A. K., Ojeda, R.L.A., Pérez G.G., Servín, C. Y. y Alatorre, C. L. C. 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.

Hargreaves, G.H y Samani, Z.A. 1991. "Programación del riego". Manual Bilingüe. Universidad de las Cruces, New México, U.S.A.

Huete, A., Justice, C., Liu, H. 1994. "Development of vegetation and soil indices for MODIS-EOS. Remote Sensing of Environment, 49(3), 224-234. doi:10.1016/0034-4257(94)90018-3

Huete, A.R., Liu, H.Q., Batchily, K., van Leewen, W.J.D. 1997. "A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS". Remote Sensing of Enviroment, 59(3), 440-451. doi:10.1016/S0034-4257(96)00112-5

Hunsaker, D.J., P.J. Pinter Jr, E M. Barnes, BA. Kimball. 2003. "Estimating cotton evapotranspiration crop coefficients with a multispectral vegetation index". Irrigation Science, 22, 95-104. DOI 10.1007/s00271-003-0074-6

Kamble B., Kilic A. y Hubbard. 2013. "Estimating crop coefficient Using Remote Sensing-Based Vegetation Index". Remote Sensing. 5, 1588-1602. doi:10.3390/rs5041588

Medina, G.G., Díaz, P.G., Berzoza, M.M., Marin, S.M., Cano, G. MA., Chavez S. AH. 2006. "Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Chihuahua (Periodo 1961-2003)". Centro de Investigación Regional Norte Centro. Dirección de Coordinación y Vinculación Estatal en Chihuahua. Pp. 1-247.

Ojeda, B, W., Sifuentes, I,E. y Unland, W,H. 2006. "Programación integral del riego en Maíz en el norte de Sinaloa México". Agrociencia. 40 (1), 13 -25.

Ray, S.S., Dadhwal, V.K. 2001. –Estimation of crop evapotranspiration of irrigation command area using remote sensing and GIS". Agricultural Water Management, 49(3), 239-249. doi:10.1016/S0378-3774(00)00147-5

SEMARNAT-CONAGUA. 2012. –Avances del Plan de Manejo Integral para el Uso Sustentable del Agua del Acuífero de Cuauhtémoc Chihuahua". Ponencia presentada en Reunión Ordinaria del Comité Técnico de Aguas Subterráneas. Cuauhtémoc, Chihuahua. pp 1-15.Agosto, 2012.

EFECTO DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SOBRE EL TAMAÑO DE FRUTO DEL MELÓN PRODUCIDO FUERA DE TEMPORADA EN FECHA TARDÍA EN LA COMARCA LAGUNERA.

ArturoGaytán-Mascorro.[1*], YasminIleana Chew-Madinaveitia[1], David Guadalupe Reta-Sánchez[1], y José Alfredo Samaniego Gaxiola[1].

[1]CELALA-CIRNOC-INIFAP. Blvd. Prof. José Santos Valdez #1200 Pte. Col. Centro. Matamoros, Coahuila. C.P. 27440. *Correo:gaytan.arturo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es la región de mayor importancia para la producción de melón a nivel nacional. Durante el periodo 2013-2017 en promedio fueron sembradas en México 19,384 hectáreas, de las cuales el 26.7% fueron establecidas en la Comarca Lagunera, correspondiendo a una superficie de 5,187 hectáreas (SIAP 2013-2017). En esta región, los productores de melón realizan las siembras en diferentes fechas o etapas. Durante el mismo periodo han sido establecidos los siguientes porcentajes de superficie de siembra: 24.94% en fecha temprana (E-F-M), 48.03% en fecha intermedia(A-M-J), y 27.04% en fecha tardía (J-A). En base a información registrada durante varios ciclos de producción,los rendimientos de melón han sido de la siguiente manera: fecha temprana, 50-60 t/ha; fecha intermedia, 35-40 t/ha; fecha tardía, 12-20 t/ha (Gaytán *et al*., 2017). El INIFAP ha generado tecnología para producir melón y sandía fuera de temporada en fecha temprana; dicha tecnología considera el uso de microtuneles de agribon (polipropileno) que, junto con el uso de acolchados y fertirriego, han mejorado la productividad de estos cultivos. Con este sistema de producción, en ambos cultivos se puede cosechar a partir de la segunda semana de abril; anteriormente, los productores que obtenían su cosecha más temprano era a partir del 8-12 de mayo. La investigación para producir melón fuera de temporada en fecha tardía (otoño-invierno) para cosechar a partir de la tercera semana de noviembre, o fecha posterior, es escasa y no concluyente. De acuerdo a las estadísticas de precios de melón, se tendría una ventana de mercado para el melón de la Laguna durante octubre, noviembre y diciembre.

Una forma de incrementar la productividad es mediante el uso de plásticos y otras cubiertas para la protección y producción de cultivos (Castilla 2007)**.** El uso de plásticos y otras cubiertas han ido evolucionando a través del tiempo, cuyos beneficios se pueden lograr con el uso sólo o combinado de estos componentes, por ejemplo: acolchado (plástico convencional o de colores), más el uso de cubiertas o sistemas de protección.

La respuesta de un cultivo al uso de acolchado solo o combinado con microtúneles, puede cambiar por efecto de localidad, fecha de siembra, especie, genotipo, y tipo de cubierta utilizada (Diaz-Peréz*et al.,* 2002). Las ventajas de la combinación acolchado más microtúnel han sido ganancias en crecimiento, rendimiento y calidad de fruto.

En la Comarca Lagunera la investigación realizada por INIFAP o por otras instituciones no es aplicable para la producción de melón y sandía en fecha tardía. El melón que se cosecha en la Comarca Lagunera en fecha tardía (octubre y 1ª semana de noviembre) presenta bajos rendimientos; baja calidad del fruto; periodos de cosecha cortos; baja eficiencia del agua de riego aplicada (≥ 5000 m^3/ha) y tiene altos costos de producción. Sin embargo, se tienen antecedentes que en estas fechas de cosecha e incluso posteriores, los precios de melón han fluctuado desde $8.00 hasta $12.00/kg.

Los problemas para producir melón en fecha tardía se deben al efecto del clima; plagas, y enfermedades, principalmente cenicilla *Podosphaeraxanthii*, y el amarillamiento (Virus del amarillamiento y achaparramiento de las cucurbitáceas-CYSDV transmitido por la mosquita blanca *Bemisiaargentifoli*i (Nava *et al*., 2007; Chew*et al*., 2008; Chew*et al*., 2009).

En la Comarca Lagunera se está intentando generar tecnología para tener un punto de equilibrio entre la inversión y el rendimiento obtenido,y en consecuencia un sistema de producción rentable; de tal manera que los productores (de cualquier estrato económico, bajos ingresos, ingresos medios o altos ingresos) puedan dedicarse a esta actividad.

En un estudio previo conducido en INIFAP-CELALA, al evaluar diferentes sistemas de protección y diferentes genotipos, Gaytán *et al*. (2017), reportan que es posible producir melón y sandía fuera de temporada en fecha tardía, y que el tamaño del fruto depende del sistema de protección, y del genotipo que se utilice. Estos mismos autores indican que el uso de túneles altos pueden ser una opción para la producción intensiva de hortalizas en la Comarca Lagunera. El objetivo de este estudio ha sido comparar diferentes sistemas de producción en un híbrido comercial de melón en fecha tardía.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado durante el ciclo otoño-invierno de 2017 en terrenos del Campo Experimental La Laguna del INIFAP, en un suelo franco arcilloso. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental factorial 2 x 8 con arreglo combinatorio, distribuido en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los niveles del factor A fueron los sistemas de protección y los niveles del factor B fueron los acolchados con plásticos de diferente color. Los Niveles del factor A fueron dos sistemas de protección: T1, Túnel bajo o microtunel de agribon (polipropileno) de 60 cm de alto y 86-90 cm de ancho, color blanco, de 17 g/m^2 con 3% UV y

85% transmisión de luz; T2, Sin sistema de protección (sin uso de microtunel). Los niveles del factor B fueron siete plásticos de polietileno de diferente color más un tratamiento sin acolchado (SIN ACOLCHADO O SUELO DESNUDO, ANARANJADO, PLATEADO, NEGRO, ROJO, VERDE, BLANCO, AZUL CLARO). El híbrido utilizado fue Expedition. Cada tratamiento constó de tres repeticiones. La producción de plantas fue en invernadero y realizada con anticipación (agosto-septiembre), a la fecha de trasplante que fue el 14 de septiembre. La instalación de los microtuneles de agribon fue al momento del establecimiento y fueron retirados a los 36 días después del trasplante (20 octubre). No hubo restricciones para la aplicación de riego y nutrientes. El manejo de plagas y enfermedades fue mediante control químico. El tamaño de la parcela experimental fue de dos bordos de 2 m de ancho y 8 m de longitud (32 m^2), y la parcela útil fue de un bordo de 2 m de ancho y 6 m de longitud (12 m^2). La cosecha inició el 23 de noviembre y finalizó el 23 de diciembre de 2017. Se realizó análisis de varianza (ANOVA) para las variables de estudio. **En esta publicación se tratará lo referente al tamaño de fruto (componente del cual depende la calidad y en buena parte, el rendimiento de melón), promediando los valores de sistemas de protección sobre los niveles del factor B (color de plásticos).**

Para determinar el tamaño individual del fruto fue cosechado el total de la parcela útil y expresado por metro cuadrado, consecuentemente el promedio del tamaño de fruto es resultado de diferente número de frutos. La clasificación del tamaño del fruto fue realizada por categoría (Exportación, Nacional, Rezaga); y por Calibres (chico, (23-30); mediano, (15-18); grande, (9-12)). Para propósitos de este ensayo, los tamaños de fruto han sido agrupados de la siguiente manera: chico, (200-500 g); mediano, (800-1600 g); grande, (1650-2000 g).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los sistemas de protección afectaron el tamaño individual del fruto, independientemente de la categoría ya sea para exportación, nacional, o rezaga. Hubo diferencias significativas en tamaño de fruto individual a favor del uso de microtuneles de agribon en comparación al sistema sin uso de microtuneles en categoría de fruto nacional y tamaño mediano a través del periodo de cosecha (Figura 1). Los tamaños de fruto Grande, Mediano, y Chico agrupan diferentes calibres que corresponden a frutos de diferente peso.

El mayor número de frutos y peso de frutos cosechados por metro cuadrado y expresados en porcentaje; incluyendo los tamaños grande, mediano y chico, ha sido con frutos en categoría nacional. Con uso de microtuneles superó en 8% al porcentaje de frutos cosechado sin uso de

microtuneles; de la misma manera, superó en 13.3% a este tratamiento en el porcentaje de peso de fruto cosechado (Cuadro 1).

Durante el periodo de cosecha fueron registradas bajas temperaturas, incluso un evento ligero de nevada el día 8 de diciembre de 2017; sin embargo, ha sido posible continuar con la cosecha de fruto después de esta condición ambiental. La razón de la continuidad de cosecha ha sido por el manejo y la práctica de cubrir y descubrir los microruneles, de acuerdo al pronóstico de clima (especialmente bajas temperaturas); es decir, con un sistema de protección semipermanente.

Durante todo el periodo de cosecha con el uso de microtunel, los frutos de tamaño mediano en categoría nacional tuvieron mayor peso que frutos cosechados sin el uso de microtunel. El mayor peso de fruto mediano con microtunel fue de 1,350 g mientras que sin uso de microtunel fue de 1,200 g. En categoría de exportación se tuvo la misma tendencia que en categoría nacional; el mayor peso de fruto con microtunel superó en 20% al peso registrado sin uso de microtunel. Los frutos de tamaño chico categoría rezaga tuvieron pesos de fruto entre 300 y 600 g. En este estudio no hubo cosecha de frutos en las siguientes categorías y tamaños: Exportación (cc-grande), (cc-chico), (sc-chico); Nacional (cc-grande); Rezaga (cc-grande), (sc-grande); (cc-mediano), (sc-mediano). Los frutos de tamaño grande pueden tener pesos ≥ a 1,800 g, aunque fue cosechado en bajo porcentaje. El peso de frutos chicos en categoría nacional fue similar en ambos sistemas de protección. Considerando los tamaños de fruto y porcentajes de cosecha por tamaño que se tuvieron durante el ciclo OI-2013, en el presente estudio, se tuvieron frutos de mayor tamaño en todos los tamaños; lo anterior se debe a que durante 2013 la fecha de trasplante ha sido durante el mes de octubre, y durante 2017 el trasplanta ha sido durante el mes de septiembre.

Los tamaños de fruto por categoría y por calibre se consignan en el Cuadro 2. Gaytán *et al*. (2017) reportan los siguientes tamaños de fruto de melón en fecha tardía: fruto chico = 130-350 g; fruto mediano = 350-790 g; fruto grande = 800-1,500 g. Estudios en otras latitudes han reportado esta situación; es decir en fechas tardías se puede afectar el tamaño del fruto. Estos mismos autores reportan que los híbridos SME 0713, Criuser, Winter Dew, y HoneyDew, presentaron altos porcentajes de fruto de tamaño chico con 70%, 69%, y 67% respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos en los ciclos 2013 y 2017, se infiere que el tamaño de fruto ha sido afectado por la fecha de establecimiento y por el genotipo.

Los frutos cosechados en fechas de establecimiento durante la tercera semana de octubre no solamente produjeron frutospequeños, sino que éstos no presentaron una madurez completa (color, sabor, textura de mesocarpo).

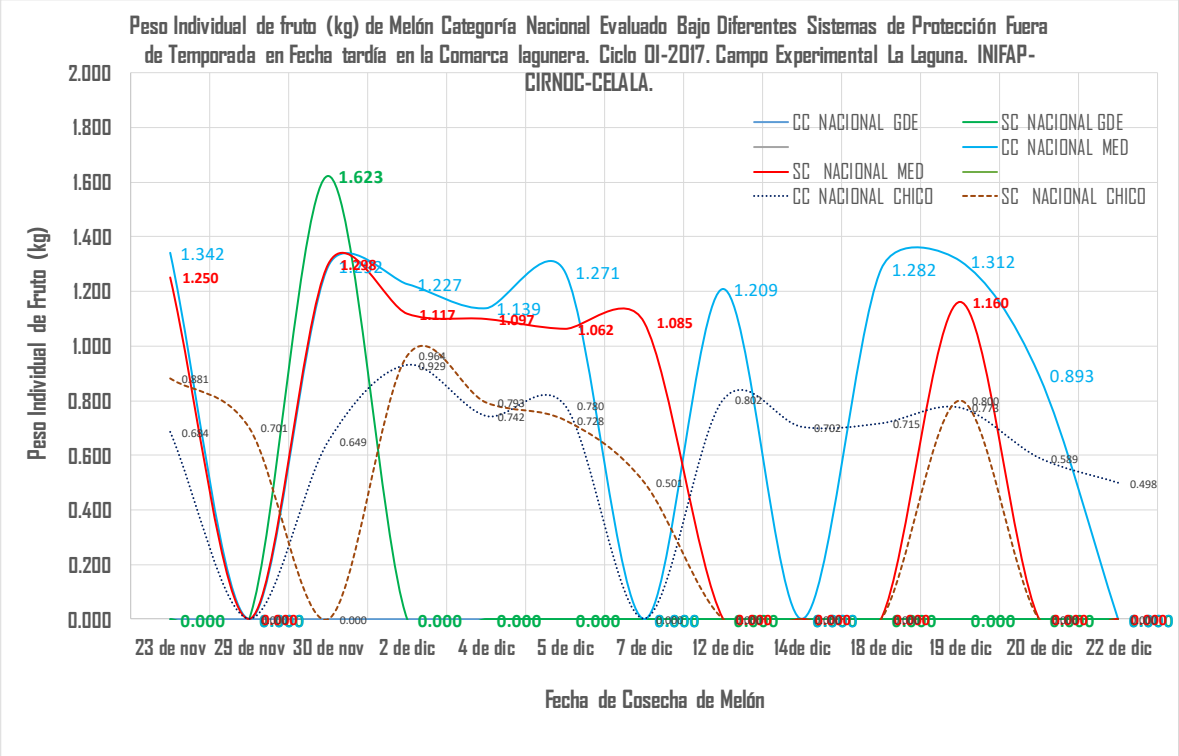


Figura 1. Peso individual de fruto de melón. Ciclo OI-2017. INIFAP-CIRNOC-CELALA.

Cuadro 1. Porcentaje del número de frutos/m^2 y peso de frutos /m^2 del melón categoría nacional tamaño mediano del melón evaluado con uso y sin uso de microtuneles de agribon. Cosecha fuera de temporada en fecha tardía en la Comarca Lagunera INIFAP-CIRNOC-CELALA. Ciclo Otoño-Invierno 2017.

	% NÚMERO DE FRUTOS/M^2	% PESO DE FRUTOS/M^2
	NACIONAL	NACIONAL
CC	74.78	80.93A
SC	66.81	67.7B

Con este segundo estudio para la producción de melón fuera de temporada en fecha tardía, se corrobora que es posible la producción de este cultivo, y que se ha podido mejorar el tamaño del fruto con fechas de establecimiento antes del mes de octubre. En el ciclo oi-2013 ha sido posiblecosechar melón durante los meses de diciembre y principios de enero.

Cuadro 2. Tamaño de fruto en el cv. Expedition evaluado bajo diferentes sistemas de protección fuera de temporada en fecha tardía en la Comarca Lagunera. INIFAP-CIRNOC-CELALA. Ciclo Otoño-invierno de 2018.

CATEGORIA	SISTEMA PROTECCION	TAMAÑO FRUTO	PESO FRUTO (g)	CALIBRE FRUTO / # FRUTOS/CAJA
EXPORTACION	CON CUBIERTA	GRANDE	1,650 – 1,900	9, 12
		MEDIANO	1,100 – 1,600	15, 18
		CHICO		23, 30
EXPORTACION	SIN CUBIERTA	GRANDE		9, 12
		MEDIANO		15,18
		CHICO		23,30
NACIONAL	CON CUBIERTA	GRANDE		9, 12
		MEDIANO		15,18
		CHICO	501 - 950	23,30
NACIONAL	SIN CUBIERTA	GRANDE	1,650 – 1,900	9, 12
		MEDIANO		15,18
		CHICO		23,30
REZAGA	CON CUBIERTA	GRANDE	1,100 – 1,350	9, 12
		MEDIANO		15,18
		CHICO	340 - 550	23,30
REZAGA	SIN CUBIERTA	GRANDE		9, 12
		MEDIANO		15, 18
		CHICO		23, 30

Los microtúneles de agribon cuando son manejados como sistemas de protección temporal pueden ser una desventaja debido a la probabilidad de bajas temperaturas que se tienen a partir del mes de noviembre; sin embargo, si se manejan como sistemas de protección semipermanente pueden representar una opción con posibilidades para producir no solo melón en fecha tardía sino otros cultivos entre los que se encuentra la sandía.

Los túneles altos y túneles bajos pueden ofrecer ventajas con respecto a los sistemas de producción convencionales o a campo abierto, protegen de lluvia, vientos, baja temperatura, pueden significar barrera física contra plagas, incrementan temperatura en suelo y atmosfera dentro del túnel, y se han tenido mejoras en productividad de cultivos.

Vescera y Nelson (2016), indican que los híbridos comerciales de melón cantaloupe americano que producen frutos pequeños bajo sistemas de protección en túneles altos han sido generados para sistemas de producción a campo abierto. Por esta razón es importante identificar

genotipos de melón para sistemas de producción con uso de sistemas de protección de cultivo en fecha tardía en la Comarca lagunera.

CONCLUSIONES

Es posible producir melón fuera de temporada en fecha tardía con fechas de establecimiento durante las primeras dos semanas del mes de septiembre. El tamaño de fruto de melón depende del sistema de protección, de la fecha de establecimiento y del genotipo. La producción de hortalizas fuera de temporada en fecha tardía en la Comarca Lagunera, con el uso de microtuneles o túneles bajos, deberá considerar a este sistema de protección de cultivos como un sistema de protección semipermanente.

Esta publicación es parte de los resultados de investigación del programa de hortalizas del INIFAP-CELALA para el diseño de nuevos modelos o sistemas de producción de hortalizas bajo condiciones protegidas o a cielo abierto en la Comarca lagunera que incluye varios proyectos de investigación entre los que se encuentra en proyecto:"Tecnologías para la Producción Sustentable de Melón y Sandía en Fecha Tardía".

BIBLIOGRAFIA

Castilla, N. 2007. INVERNADEROS DE PLASTICO. Tecnología y manejo. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa 2ª ed. 462 p.; il. Color; 16.,5 x 23,5 cm. ISBN 10: 84-8476-328-8, ISBN 13: 978-84-8476-321-5; Materia: 631.234

Chew M.Y.I., A. Gaytan M., C. Serrano G., y U. Nava C. 2009. Manejo del virus del amarillamiento y achaparramiento de las cucurbitáceas (CYSDV) en el cultivo del melón (*Cucumismelo* L.). Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 8(2):105-108.

Chew, M.Y.I., A. Vega P., M. Palomo R., y F. Jiménez D. 2008. Enfermedades del melón (*Cucumismelo* L.) en diferentes fechas de siembra en la Región Lagunera. México. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 7(2):133-138.

Díaz.Pérez J.C. and K. Dean Batal. 2002. Colored Plastic Film Mulch Affect Tomato Growth and Yield Via Changes in Root-zone Temperature. J. AMER. SOC. HORT.SCI. 127 (1): 127-136.

Gaytán-Mascorro, A., Y.I. Chew-Madinaveitia, D.G. Reta-Sánchez y J.A. Samaniego-Gaxiola. 2017. Efecto de seis sistemas de protección sobre el tamaño del fruto en híbridos comerciales de melón en fecha tardía en la Comarca Lagunera. Pp. 500-507. En: J.M. Vázquez N., M.J. López C., R. Soto G., y S.Y. Camacho R. (eds.). Memoria de la XXIX Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. 4 al 8 de septiembre. Gómez Palacio, Dgo.

Ibarra-Jiménez. L., R. H. Lira-Saldívar., L. A. Valdez-Aguilar & Javier Lozano-Del Río. 2011. Colored plastic mulches affect soil temperature and tuber production of potato. ActaAgriculturaeScandinavica, Section B — Soil & Plant Science Volume 61, Issue 4, DOI:10.1080/09064710.2010.495724.pages 365-371.

Ibarra-Jiménez L., M. R. Quezada-MartínAand M. de la Rosa-Ibarra.*2004.* The effect of plastic mulch and row covers on the growth and physiology of cucumber BAustralian Journal of Experimental Agriculture. 44:91–94 CSIRO PUBLISHING www.publish.csiro.au/journals/ajea

Ibarra-Jiménez, L; M. de la Rosa Ibarra. 1999. Comparación entre microtúneles con cubiertas de polietileno y polipropileno en pepino y pimiento con acolchado plástico. RevistaChapingoSerieHorticultura 10(2): 133-139, 2004.

Lamont, Jr., W.J. 2009. Overview of the use of high tunnels worldwide. HortTechnology 19:25–29.

Nava, C.U., Y.I. Chew M., y P. Cano R. 2007. Etiología, epidemiología y manejo del amarillamiento del melón en la Comarca Lagunera. Pp. 10-28. En: L.A. Maldonado N. y G.A. Fieros L. (eds.). Estrategias de manejo integrado de mosquita blanca y virosis en cucurbitáceas. Memoria Técnica 26. SAGARPA-INIFAP-CIRNE-CE Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora.

Vescera, M. and Rebecca Nelson Brown. 2016. Effects of Three Production Systems on Muskmelon Yield and Quality in New England. HORTSCIENCE 51(5):510–517. 2016. Department of Plant Sciences and Entomology, University of Rhode Island, Kingston, RI 02881

Waterer, D.R. 2003. Yields and economics of high tunnels for production of warm-season vegetable crops. HortTechnology 13:339–343.

Whitaker, T. W. y Davis, G. N. 1962. Cucurbits: botany, cultivation and utilization. InterscienceePublishers. Leonard Hill (ed.). Pp. 120-125. New York.

White J.M. 2003. WATERMELON YIELD AN D SIZE GROWN ON FOUR MULCH COLORS. Proc. Fla. StateHort. Soc. 116: 138-139.

INCIDENCIA DE MILDIU VELLOSO EN MELÓN CON USO DE MICROTUNELES DE AGRIBÓN Y ACOLCHADO CON PLÁSTICOS DE COLORESEN FECHA TARDÍA EN LA COMARCA LAGUNERA

YasminlleanaChew-Madinaveitia, ArturoGaytán-Mascorro, José Alfredo Samaniego-Gaxiola, yDavid Guadalupe Reta-Sánchez

INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental La Laguna. Blvd. Prof. José Santos Valdez #1200 Pte. Col. Centro. Matamoros, Coahuila. C.P. 27440. Correo:chew.yazmin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La producción de melón en fecha tardía en la Comarca Lagunera se realiza hasta mediados del mes de agosto para cosechar durante el mes de octubre e inicios de noviembre. Los sistemas de producción en fecha tardía se caracterizan por tener bajos rendimientos, poca calidad de fruto, periodo corto de cosecha y altos costos de producción.

Los costos de producción se incrementan debido al control, principalmente químico (insecticidas y fungicidas), de plagas y enfermedades, que en fechas tardías pueden ocasionar pérdidas del 30-60% y que están asociadas a la presencia de la mosquita blanca *Bemisiaargentifolii* que transmite el virus del amarillamiento y achaparramiento de las cucurbitáceas (CYSDV por sus siglas en inglés), virosis transmitida por áfidos, la cenicilla (*Podosphaeraxanthii*), el tizón foliar (*Alternariacucumerina*), y el mildiú vellosos o de las cucurbitáceas (*Pseudoperonosoracubensis*) (Chew*et al*, 2008; Chew*et al.*, 2009; Chew*et al.*, 2017; Nava *et al.*, 2007).

El midliú vellosos, es un hongo que ataca a las cucurbitáceas (melón, sandía, pepino, calabaza, calabacín) y se presenta en la mayoría de las regiones productoras de estos cultivos a nivel nacional y mundial. Causa daños severos a los cultivos, que inician con pequeñas manchas cloróticas en las hojas basales que posteriormente cubren todo el follaje, ocasionando la muerte de las hojas, y dejando al descubierto los frutos que pueden ser dañados por el sol, afectando su desarrollo y calidad. Su control es principalmente químico (fungicidas), aunque se están buscando fuentes de resistencia para ésta enfermedad (Savory*et al.*, 2011)

Una opción para tener un sistema de producción de melón rentable, y tener un escape al ataque de plagas y enfermedades en fecha tardía, ya sea en los mismos tiempos o en periodos diferentes a los que se realizan de manera convencional, es mediante la combinación de componentes de manejo como son el uso de plásticos y sistemas de protección de cultivo. Estas modificaciones protegerán al cultivo del efecto de clima y del efecto de agentes bióticos. Los plásticos utilizados como acolchados permiten la conservación de la humedad, mejoran la

condición de temperatura en el suelo para el desarrollo de raíces y absorción de agua y nutrientes, control de maleza y de insectos.

Entre las técnicas de agricultura protegida se encuentran el uso de cortavientos, acolchados (plásticos de colores convencionales, fotoselectivos, biodegradables); túneles bajos (micro túneles de polietileno o polipropileno), las cubiertas flotantes, los túneles altos (plásticos de colores, fotoselectivos) los invernaderos (Castilla, 2007), y mallas**.**

La respuesta de un cultivo al uso de acolchado solo o combinado con micro túneles, puede cambiar por efecto de localidad, fecha de siembra, especie, genotipo, y tipo de cubierta utilizada (Diaz-Peréz*et al.*, 2002)**.** La respuesta de cultivos al uso de acolchado con plásticos de colores tiene relación con las propiedades de reflectancia, absorbancia, y luminosidad o brillo. El color del plástico influye en el rendimiento y productividad de los cultivos, además de tener una alta especificidad que varía con el clima, cultivo, condiciones estacionales, variedad, y manejo. Los beneficios en crecimiento y desarrollo de plantas de melón con el uso de acolchados con plásticos de colores y uso de sistemas de protección han sido relacionados con incrementos en temperatura, y manejo de plagas y enfermedades. Los plásticos de colores justifican su uso si tiene beneficios en productividad, rentabilidad y control sobre insectos y enfermedades; sin embargo, su costo es 16% y 54% mayor que el plástico convencional (negro).

Con acolchado más cubierta, se ha tenido mayor rendimiento en melón (Ibarra *et al.*, 2004), pepino y pimiento (Ibarra *et al.,*1999), en varios cultivos hortícolas aumentan rendimiento y precocidad(WellsyLoy,1985). Los microtuneles protegen a plantas de insectos vectores de virus, y aumentan rendimiento (Brown*et al.*, 1993; Csizinzky*et al.,*1995). Con acolchados de colores se ha tenido reducción en insectos y enfermedades, manejo de nematodos e incremento de rendimiento en relación a suelo sin acolchar en los cultivos de sandía y tomate (Andino y Motsenbocker, 2004; Bhujbal*et al*., 2015; Fortnum*et al.*, 1997).

En la Comarca Lagunera no hay reportes de trabajos de investigación en fechas tardías para el manejo de problemas fitosanitarios con el uso de acolchados plásticos de colores o de otro material y de sistemas de protección bajo ningún sistema de producción ya sea a campo abierto o en condiciones protegidas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la incidencia del mildiú en un sistema de producción de melón con el uso de microtuneles de agribónacolchado con plásticos de coloresen fecha tardía bajo las condiciones de la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el ciclo otoño-invierno 2017 en el INIFAP-Campo Experimental La Laguna, en Matamoros, Coahuila. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron los plásticos de colores (negro, naranja, rojo, azul, plata, blanco, verde) más un tratamiento sin acolchado o suelo desnudo. El trasplante se realizó el 14 de septiembre con el híbrido de melón Origami. Como sistema de protección temporal, se usaron microtuneles de agribón (polipropileno) de 60 cm de alto por 90 cm de ancho, color blanco de 17 g/m^{2}que se colocaron después del trasplante. No hubo restricción para el riego y la fertilización. Los microtuneles se mantuvieron hasta inicio de la floración. Para determinar la incidencia del mildiu velloso, fueron realizados cinco muestreos a partir de los 33 días después del trasplante (ddt) y hasta el inicio de cosecha (62 ddt). Fue registradoel número de plantas con síntomas de la enfermedad en relación al total de las establecidas en cada tratamiento de acolchado. Como el propósito de este trabajo no fue evaluar fungicidas para el control del mildiu velloso, se siguió un calendario de aplicaciones de productos para esta y otras enfermedades que se presentaron, así como para el manejo de la mosquita blanca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros síntomas del mildiu velloso, se observaron a los 53 ddt. Se presentaron diferencias en la incidencia de mildiú en los acolchados utilizados. La mayor incidencia fue en el acolchado blanco con un 16.2% y en el acolchado con plástico rojo no se observaron síntomas de la enfermedad (Figura 1).

La diferencia de la incidencia del mildiu velloso entre los plásticos puede deberse a las propiedades de éstos en cuanto a la cantidad y calidad de luz reflejada a las plantas y a su posible efecto en el desarrollo de la enfermedad. El hecho de tener bajos porcentajes de incidencia de mildiu velloso, puede deberse a la aplicación de fungicidas durante el ciclo del cultivo; sin embargo, hubo diferencias entre los colores de los plásticos evaluados. Este resultado es de significancia por las implicaciones que se pueden tener al usar de manera combinada varios componentes de manejo para el control no solo de enfermedades sino de insectos en melón. Los componentes a que se hace referencia son, el uso de sistemas de protección temporal o semipermanente (microtuneles o túneles bajos de agribon), uso de acolchados con plásticos de colores y el menor número de aplicaciones de fungicidas. Con lo anterior se buscará contribuir a resolver un problema de producción de melón en fecha tardía como es el tamaño individual del fruto (Gaytan*et al.*, 2017).

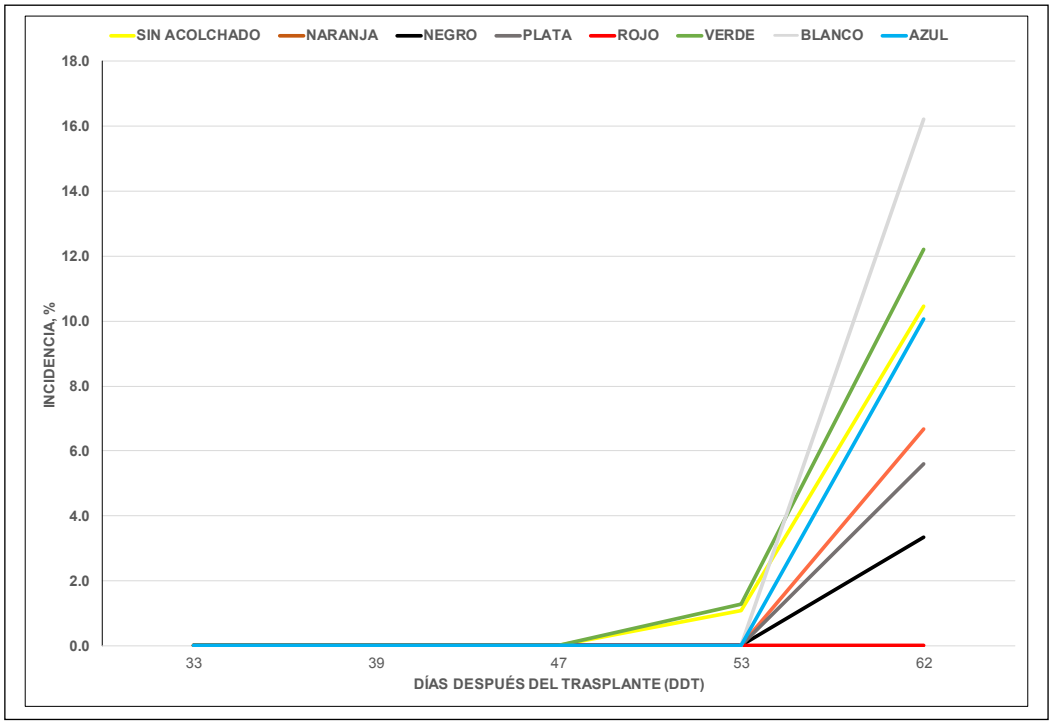


Figura 1. Incidencia del mildiu velloso en melón en un sistema de producción con microtúneles de agribón y acolchado con plásticos de colores. Otoño-invierno 2017. INIFAP-CELALA.

Con acolchado de color rojo se tuvo la menor incidencia de mildiu velloso, esto coincidió con porcentajes de reflexión de RFA (radiación fotosintéticamente activa) entre el 20y 30% (datos no presentados); en contraste, con el acolchado de color blanco se tuvo un porcentaje de absorción de RFA entre 40 y 50%, y fue el que tuvo mayor reflectancia de luz (datos no presentados).

Andino y Montsenbocker (2004), reportan que acolchados con plásticos de color rojo y plata están incrementando su uso a nivel comercial debido a los beneficios que tienen éstos y otros acolchados de colores, en la cantidad y calidad de luz reflejada al dosel de las plantas.

Estos mismos autores mencionan que el efecto del color de los plásticos es temporal, y como hipótesis que el efecto de la luz en plantas jóvenes persiste en la planta aun después de que las guías han cubierto el plástico (acolchado); se infiere que después que la planta ha cubierto el bordo o cama donde crece la planta.

CONCLUSIÓN

Con el uso de acolchados de plásticos de colores se pueden tener beneficios para el control de enfermedades en melón en fecha tardía en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFIA

Andino, J.R. and C.E. Motsenbocker. 2004. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield of watermelon. HortScience 39(6):1346-1249.

Bhujbal, P.D., T.B. Tambe, and P.H. Ulemale. 2015. Effects of mulches on flowering, fruiting, yield and pest-disease incidence of tomato (*Lycopersiconesculentum* Mill.). The Bioscan 10(1):465-468. Supplement of Agronomy.

Brown, J.E., J.M. Dangler, F.M. Woods. K.M. Tilt, M.D. Henshaw, W.A. Griffey. And M.S. West. 1993. Delay in mosaic virus onset and aphid vector reduction in summer squash grown on reflective mulches. HortScience 28(9):895-895.

Castilla, N. 2007. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa 2ª ed. 462 p.

Csizinszky, A.A., D.J. Shuster, and J.B. Kring. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. Journal of the American Society for Horticultural Science 120(5):778-784.

Chew, M.Y.I., A. Vega P., M. Palomo R., y F. Jiménez D. 2008. Enfermedades del melón (*Cucumismelo* L.) en diferentes fechas de siembra en la Región Lagunera. México. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 7(2):133-138.

Chew, M.Y.I., A. Gaytan M., C. Serrano G., y U. Nava C. 2009. Manejo del virus del amarillamiento y achaparramiento de las cucurbitáceas (CYSDV) en el cultivo del melón (*Cucumismelo* L.). Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 8(2):105-108.

Chew, M.Y.I., A. Gaytán M., y J.A. Samaniego G. 2017. Enfermedades del melón en fechas de siembra tardías en la Comarca Lagunera. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental La Laguna. Desplegable para Productores No. 30. Matamoros, Coah.

Díaz-Pérez J.C. and K. Dean Batal. 2002. Colored Plastic Film Mulch Affect Tomato Growth and Yield Via Changes in Root-zone Temperature. J. AMER. SOC. HORT.SCI. 127 (1): 127-136.

Fortnum, B.A., D.R. Decoteau, and M.J. Kasperbauer. 1997. Colored mulches affect yield of fresh-market tomato infected with *Meloidogyne incognita*. Journal of nematology 29(4):538-546.

Gaytán-Mascorro, A., Y.I. Chew-Madinaveitia, D.G. Reta-Sánchez y J.A. Samaniego-Gaxiola. 2017. Efecto de seis sistemas de protección sobre el tamaño del fruto en híbridos comerciales de melón en fecha tardía en la Comarca Lagunera. Pp. 500-507. En: J.M. Vázquez N., M.J. López C., R. Soto G., y S.Y. Camacho R. (eds.). Memoria de la XXIX Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. 4 al 8 de septiembre. Gómez Palacio, Dgo.

Ibarra-Jiménez L., M. R. Quezada-MartínAand M. de la Rosa-Ibarra. 2004. The effect of plastic mulch and row covers on the growth and physiology of cucumber BAustralian Journal of Experimental Agriculture. 44:91–94 CSIRO PUBLISHING www.publish.csiro.au/journals/ajea

Ibarra-Jiménez, L; M. de la Rosa Ibarra. 1999. Comparación entre microtúneles con cubiertas de polietileno y polipropileno en pepino y pimiento con acolchado plástico. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(2): 133-139.

Nava, C.U., Y.I. Chew M., y P. Cano R. 2007. Etiología, epidemiología y manejo del amarillamiento del melón en la Comarca Lagunera. Pp. 10-28. En: L.A. Maldonado N. y G.A. Fieros L. (eds.). Estrategias de manejo integrado de mosquita blanca y virosis en cucurbitáceas. Memoria Técnica 26. SAGARPA-INIFAP-CIRNE-CE Costa de Hermosillo. Hermosillo, Sonora.

Savory, E.A., L.L. Granke, L.M. Quesada-Ocampo, M. Varbanova, M.K. Hausbech, and B. Day. 2011. The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonosporacubensis.*Molecular Plant Pathology 12(3):217-226.

Wells, O.S. and J.B. Loy. 1985. Intensive vegetable production with row covers. HortScience 20(5):822-825.

DESARROLLO INICIAL DE UNA PLANTACIÓN DE *Pinus engelmannii*Y *Pinus greggii* CON PLANTA DE DIFERENTES NIVELES DE PREACONDICIONAMIENTO APLICADOS DURANTE SU PRODUCCIÓN EN VIVERO

Homero Sarmiento López[1]*, Sergio Rosales Mata[1],Maihualy Martínez Fernández[1], Ma. delCármen Orozco Flores[2]

1INIFAP-Campo Experimental Valle de Guadiana. Carr. Durango-El Mezquital km 4.5 Durango, Dgo. México. C. P. 34170. 2 Facultad de Ciencias Forestales Universidad Juárez del Estado de Durango. Rio Papaloapan y BlvdDurango S/N, Colonia Valle del Sur. Durango, Dgo. México C.P. 34120.
*sarmiento.homero@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El desarrollo socioeconómico, y la preservación de los bosques naturales se pueden apoyar mediante el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, ya que es necesario aumentar la producción, reduciendo la presión de explotación sobre los ecosistemas (Martínez y Prieto, 2011). En el año 2017 en el estado de Durango, se aprobaron 80 proyectos de de plantaciones forestales comercialesmaderables de las especies pino greggii (*Pinus greggii*) y pino real (*Pinus engelmannii*), por una superficie de 1,000 hectáreas y una inversión de 13.3 millones de pesos (Contacto Hoy, 2017).

Los costos de establecimiento de una plantación pueden aumentar cuando se utilizan plantas con calidad deficiente, ya que su supervivencia y crecimiento disminuye (Landis, 2002).La correcta aplicación de los procesos técnicos durante la producción de planta como la siembra, elección de la mezcla de sustrato, riego, aporte de nutrimentos, control fitosanitario y el manejo de las condiciones ambientales de producción, nos ayudan a obtener una planta con las características morfofisiológicas para que pueda desempeñarse de la mejor manera en el sitio de plantación (Prieto *et al*., 2007).

El preacondicionamiento o endurecimiento es una práctica que persigue la inducción de vigor en las plantas y con ello mejorar el desarrollo en los sitios de plantación (Dumroese, 2003), además habituar a las plantas a condiciones adversas (Jacobs y Landis, 2009). En esta etapa se utiliza comúnmente el uso de malla sombra porque regula la condición de producción y ahorro de agua (Landis, 2005). Por otro lado al reducir el daño en la parte aérea de la planta durante el verano induce efecto negativo en el desarrollo de aquellas especies que necesitan altos niveles de luz para su desarrollo (Puértolas *et al.,* 2009). El objetivo del presente ensayo fue medir el crecimiento inicial en campo, de la planta proveniente de tres tratamientos de preacondiconamiento en vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el vivero de INIFAP-Durango ubicado en las coordenadas geográficas 23° 58‘ 23‘‘N y 104° 37‘ 26‘‘O. Para la producción de la planta se utilizó semilla de *Pinus engelmannii*proveniente de Ejido rio verde en el municipio de Durango, estado de Durango y semilla de *Pinus greggii*proveniente del municipio de Linares, estado de Nuevo León. Como tratamiento pregerminativo, la semilla se sumergió en agua purificada durante 20 horas. Después se desinfecto durante 15 minutos en un recipiente con una solución compuesta por 10 % de hipoclorito de sodio comercial y 90 % de agua purificada, se enjuagó cuatro veces con agua purificada y fue secada a temperatura ambiente, con ayuda de papel absorbente. Se adicionó 1g de benomilo sobre la semilla, y fue incorporado a la testa mediante agitación. La mezcla de sustrato utilizada fue compuesta por 50 % de peatmoss, 40 % de corteza de pino compostada y 10 % de perlita expandida. Durante el proceso de mezclado se adicionó fertilizante de lenta liberaciónmulticote® de formulación 18-6-12 + microelementos.

El envase utilizado fue charola de poliestireno expandido de 77 cavidades con un volumen por cavidad de 162 mL. La semilla de *Pinus engelmannii* fue sembrada el 25 de agosto de 2016, y el tratamiento de preacondicionamiento se aplicó a partir del 13 de junio de 2017, (292 días después de la siembra [dds]). En el caso de *Pinus greggii,* la siembra se hizo el 27 de marzo de 2017, y el preacondicionamiento comenzó el 13 de junio de 2017 (78dds). El lugar donde permaneció la planta en la etapa de establecimiento y crecimiento rápido,es un invernadero multicapilla con techo baticenital, y la cubierta superior de plástico color blanco lechoso calibre 720, ventilación lateral por medio de cortinas enrollables. Para aplicar el preacondicionamiento, se seleccionaron tres lotes de planta por especie. Un lote de planta de cada especie permaneció dentro del invernadero, otro fue colocado en malla sombra (50 % de retención de luz) y otro fue colocado en la intemperie. El tiempo de preacondicionamiento fue de 41 días.

La nutrición complementaria consistió en fertirrigacióndos veces por semana; para ello se utilizaron los siguientes materiales ultra solubles: sulfato de amonio (20.5-0-0), fosfato monoamónico (12-61-0), y sulfato de potasio (0-0-52). A partir de estos materiales fertilizantes se aplicaron los niveles de: 55 ppm de Nitrógeno (N), 150 ppm de fosforo (P) y 76 ppm de potasio (K) en la etapa de establecimiento, durante la etapa de crecimiento rápido, se fertilizó con los niveles: 149 ppm N, 32 ppm P y 123 ppm K y en la etapa de finalización (preacondicionamiento)se fertilizó con los niveles 55 ppm N, 150 ppm P y 400 ppm K.

El día 3 de agosto del 2017, se realizó la plantación en una parcela anexa al vivero. Previo a la plantación el terreno fue preparado mediante dos pasos de rastra a una profundidad de 15 cm. El trazo de la plantación fue dispuesto fue en líneas, con una separación entre líneas de 1 metro

y distancia entre plantas de 1 metro. Cada línea se consideró como un bloque y el tamaño de la parcela experimental fue de 10 plantas. El diseño propuesto fue en bloques al azar con tres repeticiones. Se aplicó un riego de auxilio el 28 de noviembre de 2017 y otro riego el 9 de marzo de 2018. Las variables medidas fueron altura y diámetro del cuello, yfueron evaluadasal momento de plantar,95días después de la plantación (ddp), y 229 ddp.

Los datos obtenidos fueron sometidos a una prueba de Friedmany donde hubo diferencias significativas se realizó comparación basada en las medias de los rangos por tratamiento (Conover, 1999).Se utilizó el programa Infostat®versión 2016 (Di Rienzo*et al*., 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que en *Pinus engelmannii,* solo se presentaron diferenciassignificativas al momento de establecer la plantación (al finalizar el preacondicionamiento en vivero,Cuadro 1).

Cuadro1. Rangos y significancia de las pruebas de Friedman para las variables analizadas en *Pinus engelmannii.*

Variable	Invernadero	Malla sombra	Intemperie	T^2	p
Diámetro al plantar	1.33	1.67	3.00	7.00	0.0494*
Diámetro 95 ddp	2.00	1.67	2.33	0.25	0.7901
Diámetro 229 ddp	2.67	1.67	1.67	1.00	0.444

*Diferencias significativas.

El tratamiento que produjo mayor promedio en diámetro, fue el que corresponde a la planta preacondicionada en intemperie en el cual se obtuvo un promedio de 6.33 mm la planta producida en malla sombra alcanzó un promedio de 5.6 mm y el menor promedio lo obtuvo la planta mantenida todo el ciclo en invernadero con un valor de 5.32 mm. En la evaluación a los 95 ddp el promedio general obtenido fue de 9.19 mm y en la evaluación a los 229 ddp el promedio general fue de 13.01 mm(Figura 1).

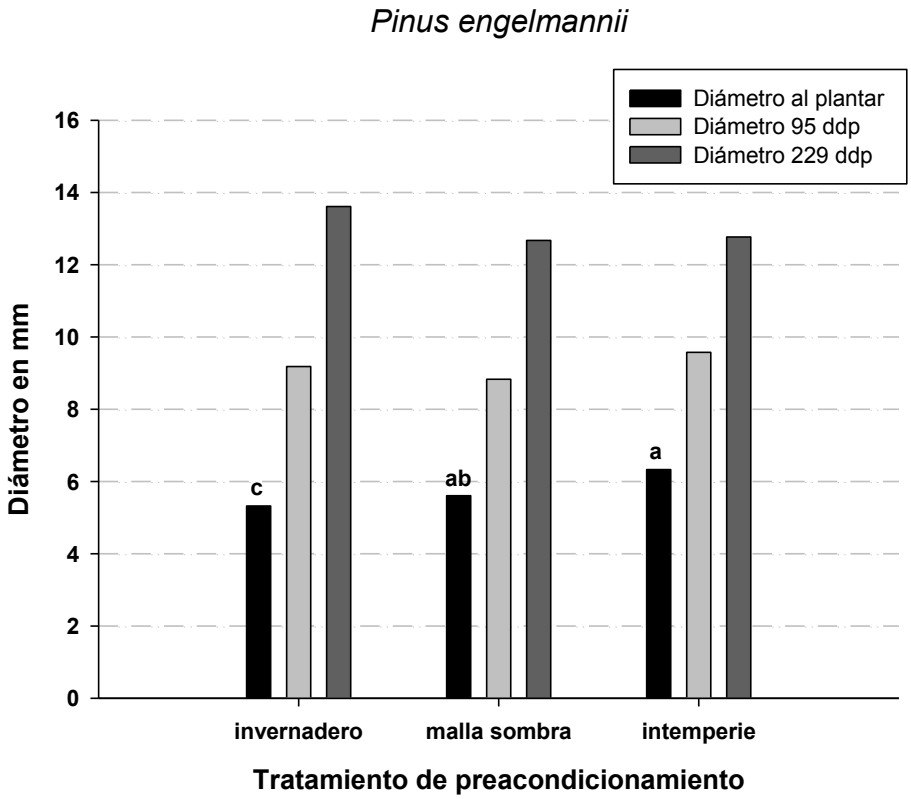


Figura 1. Diámetro obtenido en cada uno de los tratamientos en *Pinus engelmannii*. Letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0.050$).

Respecto a la especie *Pinus greggii* las diferencias en la variable diámetro se presentaron en la última evaluación (229 ddp), y en la variable altura, al momento de establecer la plantación (al finalizar el preacondicionamiento en vivero; Cuadro 2).

Cuadro 2. Rangos y significancia de las pruebas de Friedman para las variables analizadas en *Pinus greggii.*

Variable	Invernadero	Malla sombra	Intemperie	T^2	p
Diámetro al plantar	1.33	2.33	2.33	1.00	0.4444
Diámetro 95 ddp	1.50	2.50	2.00	0.75	0.5289
Diámetro 229 ddp	1.00	2.67	2.33	7.00	0.0494*
Altura al plantar	1.33	3.00	1.67	7.00	0.0494
Altura 95 ddp	1.67	2.67	1.67	1.00	0.4444
Altura 229 ddp	1.33	2.67	2.00	1.60	0.3086

*Diferencias significativas.

El diámetro promedio general al momento de plantar fue de 2.77 mm y el obtenido 95 ddp fue de 4.55 mm. En la última evaluación (229 dds) el mayor diámetro obtenido fue en los tratamientos de la planta preacondicionada en malla sombra con 8.55 mm y en intemperie 7.93, y el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento de invernadero con un promedio de 5.95 mm (Figura 2),

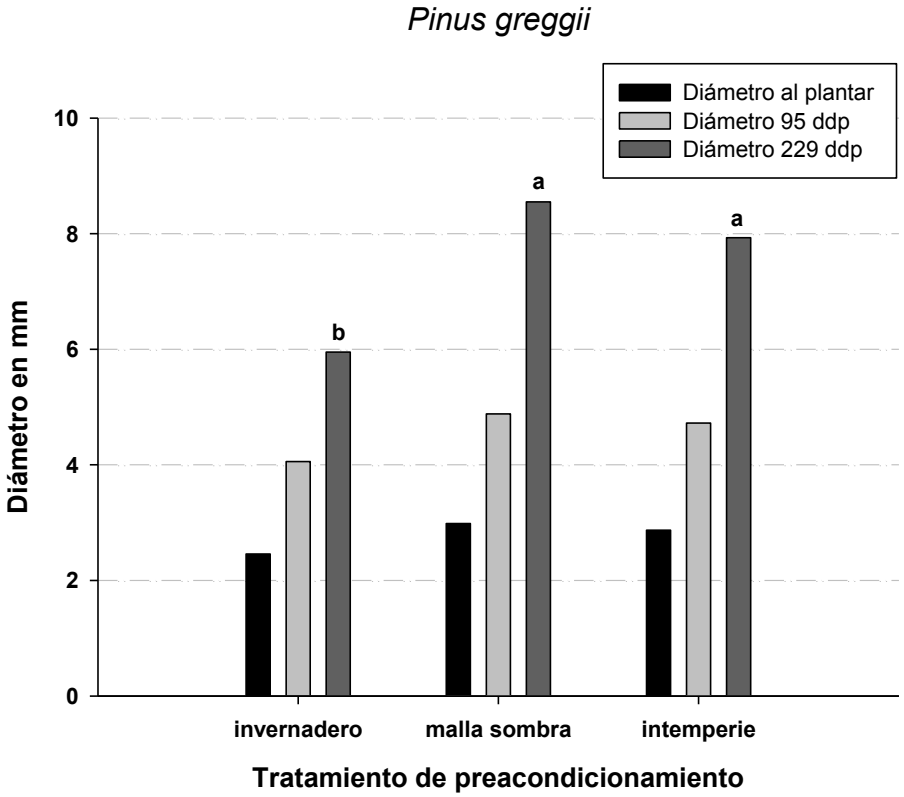


Figura 2. Diámetro obtenido en cada uno de los tratamientos en *Pinus greggii.* Letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0.050$).

En la variable altura al momento de plantar, el mayor valor se produjo en la plantapreacondicionada en malla sombra con un promedio de 14.09 cm, y por debajo de esta se encontraron la preacondicionada en invernadero con 11.12 cm y en intemperie con 10.72 cm. En la evaluación a los 95 ddp el promedio general obtenido fue de 17.3 cm y a los 229 ddp el promedio general obtenido fue de 24.53 cm (Figura 3).

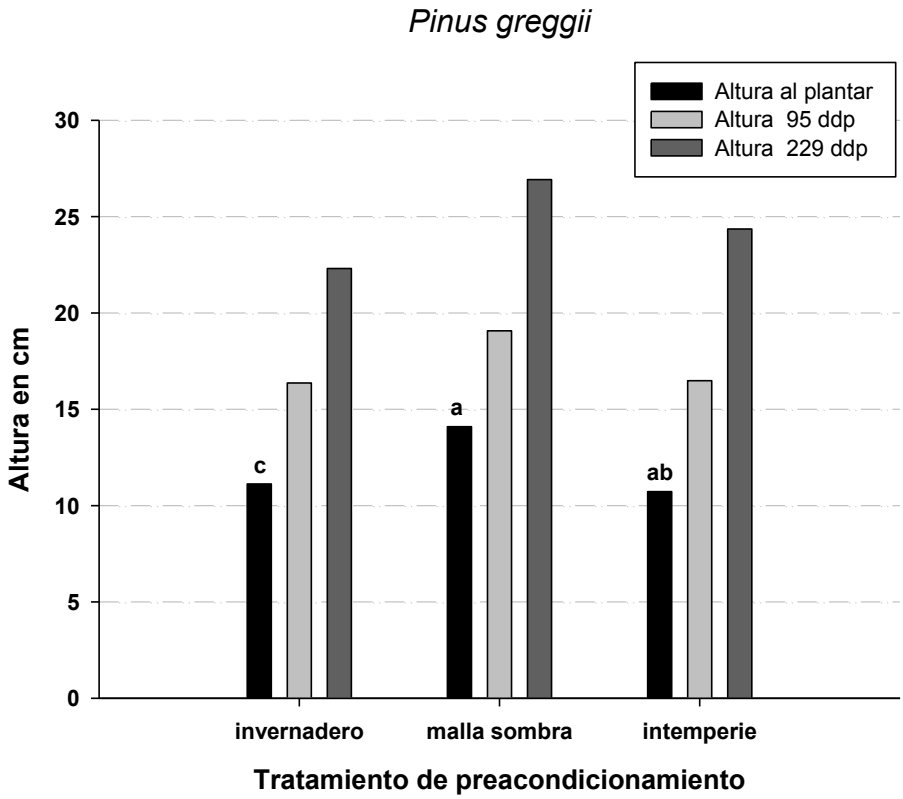


Figura 3. Altura obtenida en cada uno de los tratamientos en *Pinus greggii*. Letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0.050$).

Rivera *et al.,* 2005 mencionan que la mayoría de las especies crecen mejor bajo el sol y en situaciones de sombra excesiva tienden a crecer más en altura, lo que provoca desequilibrio entre la parte aérea y la raíz. Un comportamiento similar se observó al momento de realizar la plantación en caso de *Pinus greggii.* Por otra parte los resultados obtenidos en la presente investigación con *Pinus engelmannii* concuerdan con los obtenidos por García *et al*., 2015 que menciona que las condiciones ambientales del preacondicionamiento no afectaron la respuesta de *P. engelmannii* después del trasplante a campo.

CONCLUSIONES

Las condiciones de preacondicionamiento no afectaron la respuesta del crecimiento de *Pinus engelmannii* después del trasplante. En la especie *Pinusgreggii*, el preacondicionamiento tuvo influencia solo sobre el crecimiento en diámetro después de plantado, y no tuvo influencia en la variable altura de planta después de plantado.

BIBLIOGRAFÍA

Conover W.J. 1999. Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Contacto Hoy. 2017. Incrementan 27 por ciento plantaciones forestales en Durango. Periódico Contacto Hoy. Publicado el 29 de abril de 2017. Consultado en: https://contactohoy.com.mx/incrementan-27-por-ciento-plantaciones-forestales-en-durango/.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar

Dumroese, R. K. 2003. Hardening fertilization and nutrient loading of conifer seedlings.*In*: Riley, L. E., R. K. Dumroese and T. D. Landis. (coords.).Technical coordinators. National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-2002. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Proceedings RMRS-P-28. Ogden, UT, USA. pp. 31–36.

García-Pérez J. L., Aldrete A., López-Upton J., Vargas-Hernández J. J., Prieto-Ruíz J. Environmental conditions and fertilization effect on *Pinus engelmannii* Carr. hardening in nursery. 2015. Rev. fitotec. mex ., 38(3): 297-304.

Jacobs D. F. and Landis T. D. 2009. Hardening. *In:* Nursery Manual for Native Plants: A Guide for Tribal Nurseries Volume 1: Nursery Management. R. K. Dumroese, T. Luna and T. D. Landis (eds.). Agric. Handbook 730. USDA, Forest Service. Washington, D.C. pp:217-227.

Landis T. D. 2005. Cooling with shade.*In:* Forest Nursery Notes. R. K. Dumroese, T. D. Landis and R. Watson (eds.). R6-CP-TP-06-USDA.Forest Service.Northwest Region, State and Private Forestry, Cooperative Programs. Portland, OR. pp:20-23.

Landis, T. D. 2002. The target seedling concept.A tool for better comunication between nurseries and their customeers.*In:* Riley, L.E., R.K. Dumroese, and T.D. Landis (tech. coords.) National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations. 2002. Proceedings. RMRS-P-28.Odgen, UT. USDA. Forest Service, Rocky Mountain Research Station. pp: 31-36.

Martínez S. M. y Prieto R. J.A. 2011. Determinación de áreas potenciales para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en la región norte de México. Folleto técnico No. 47. Campo experimental Valle del Guadiana. INIFAP-Durango.

Prieto-Ruiz J. A., Domínguez-Calleros, P. A., Cornejo-Oviedo, E. H., y Návar-Cháidez, J. de J. 2007. Efecto del envase y del riego en vivero en el establecimiento de *Pinuscooperi* Blanco en dos condiciones de sitio. Madera y bosques, 13(1), 79-97.

Puértolas J. L., Benito F. and Peñuelas J. L. 2009. Effects of nursery shading on seedling quality and post-planting performance in two Mediterranean species with contrasting shade tolerance. New Forests, 38:295-308.

Rivera L., López J. y Triana M. 2005. Efecto del sombreado en vivero en el crecimiento y mortalidad de plántulas de regeneración natural de palo sangre (*Brosimumrubescens* Taub.) en el sur del trapecio amazónico. Revista Colombia Forestal, 9(18): 60-69.

EVALUACIÓN DE BACTERIAS (PGPR) HALOTOLERANTES, SOBRE EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TOMATE PRODUCIDO BAJO CONDICIONES DE MALLA SOMBRA

Manuel Fortis Hernández[*1], Pablo Preciado Rangel[1],Radames Trejo Valencia[2], Jesús Antonio Martínez Guerrero [1]y Jesica L. Coria Arellano[3]

[1]Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), Maestría en Ciencias en Suelos. Ejido Ana Carr. Torreón – San Pedro km 7.5. Torreón, Coahuila. México. C.P. 27190. Tel. 8717507199. [2]Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Minatitlán (ITM), Blvd. Institutos Tecnológicos S/N, Col. Buena Vista Norte, Minatitlán, Ver. México.[3]Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ) de la UJED. Estudiante de Posgrado (DISRA). Gómez Palacio, Dgo.
PROYECTO FINANCIADO POR TecNM 2018 (Clave: 6595.18-P).
*Autor para correspondencia: fortismanuel@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos con un enfoque de protección al ambiente, más ecológico y orgánico se ha ido incrementando en muchos países. Reportes sobre agricultura ecológica certificada reportaron que 57.8 millones de hectáreas de tierra agrícola se manejan de forma orgánica por más de 2.7 millones de productores y pequeños agricultores a nivel mundial. América Latina es una de las regiones con más áreas agrícolas de manejo orgánico, siendo importante productor y exportador de estos alimentos. En esta región en el año 2016 se manejaron de forma orgánica 7.1 millones de hectáreas, es decir, 12% de la tierra orgánica mundial (FiBL, 2018). En el caso de México se contaba con más de 210,000 productores orgánicos.

Bajo este panorama y ante la necesidad de buscar alternativas de producción que contribuyan a realizar una producción orgánica se plantea como alternativa el uso de bacterias para la estimulación del crecimiento de los cultivos. Estos microorganismos presentes en la rizosfera intervienen en los ciclos de los nutrientes en el sistema suelo-planta. Entre los microorganismos y agentes rizosféricos se encuentran bacterias, hongos, nematodos, protozoos, algas y micro artrópodos. La diversidad microbiana relacionada con la raíz de las plantas es de decenas de miles de especies. La asociación de la planta con la comunidad microbiana se conoce como el segundo genoma de la planta, ya que es elemental para su salud y es capaz de cambiar el microbioma de la rizósfera. La comunidad de microorganismos con efectos positivos sobre las plantas se ven reflejados en la influencia en su crecimiento y desarrollo, en la regulación de la actividad metabólica de la raíz, en las propiedades físicas y químicas del suelo, así como la tolerancia al estrés biótico y abiótico.

Entre estos microorganismos benéficos se encuentran las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), que ayudan al crecimiento de las plantas de forma directa o

indirecta. De manera directa lo hacen a través de facilitar la adquisición de nutrientes, fijación de nitrógeno, solubilización de fosfatos, secuestro de hierro, modulación de los niveles de fitohormonas, etc. en el caso de los mecanismos indirectos son la síntesis de antibióticos y enzimas líticas, producción de sideróforos, resistencia sistémica inducida, etc. Una gran diversidad de bacterias incluidas las especies de *Pseudomonas, Azospirillum, Azotobacter, Klebsiella, Enterobacter, Alcaligens, Arthobacter, Burkholderia, Bacillus*y*Serratia*ha sido reportada por mejorar el crecimiento vegetal.

El potencial de las PGPR en la agricultura va en aumento, debido a que ofrece una alternativa de reemplazo del uso de fertilizantes químicos, pesticidas y otros suplementos, y a que forman una relación simbiótica con diversas plantas, solubilizan nutrimientos para la misma, y de esta manera incrementan el desarrollo vegetativo y reproductivo, y por otro lado actúan como antagonistas contra algunos organismos Fitopatógenos. Los recientes avances acerca de la comprensión de la diversidad de PGPR y su capacidad de colonización y mecanismos empleados deberían facilitar su confiable aplicación en el manejo de agricultura sostenible. En este sentido el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de *Bacillus, Pseudomona, Brevibacterium* y *Virgibacillus* en el desarrollo, producción, y calidad comercial y nutraceútica de tomate (*SolanumLycopersicum* L.) tipo saladetteproducido bajo condiciones de malla sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en malla sombra la cual está fabricada con perfiles cuadrados de 1.25” y 1.5” en calibre de 2 mm, estructura de acero galvanizado. La ventilación está provista de cortinas enrollables por medio de manivela, acondicionada con malla anti-insectos color cristal 25 x 25 hilos/pulgada. La cubierta de Polietileno fue tratada contra rayos Ultravioleta, Cal. 720, difuso, 30% sombra. Se trabajo con tomate tipo saladette variedad Quetzal. El material microbiológico de trabajo fue delos géneros*Bacillusspp.*, *Pseudomonalini,Brevibacterium* y *Virgibacillus*. Los tratamientos fueron: T1 (*Bacillusspp*.), T2 (*Pseudomonalini*), T3 (*Brevibcterium*), T4 (*Virgibacillus*), T5 (*Bacillusspp*.+ *Pseudomonalini*), y un tratamiento testigo (T6) con fertilización química sin inocular. El diseño experimental fue bloques al azar; contando con 6 tratamientos con tres repeticiones. Las cepas empleadas fueron facilitadas por el Laboratorio de Ecología Microbiana de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango, México. Las Bacterias fueron aisladas de la rizosfera del zacate salado *Distichlispsicata*” en la poza salada en el valle del Sobaco de San Pedro, Coah.En medio liquido Luria Bertani fueron preparados cada inoculo bacteriano e incubados durante 24 h a 30°C, con agitación de 200 rpm; las concentraciones se ajustaron a 1

X 10^8 UFC mL^{-1} con buffer fosfato salino al 0.5X. La inoculación de las bacterias se realizócon el método de inmersión a la raíz 8 días antes del trasplante y una segunda inoculación al momento del trasplante de acuerdo con lo establecido por Espinoza *et al*. (2017). El trasplante se realizó en un suelo previamente caracterizado física y químicamente. Se utilizo un distanciamiento de camas de 1.6 m y se hizo en tres bolillos, con una distancia de 20 cm entre plantas. La evaluación de la cosecha se realizó cuando las plantas de tomate habían alcanzado a formar el quinto racimo; posterior a esta fecha se presentaron problemas con mosquita blanca.Se tomaron datos relacionados con: altura de planta y diámetro de tallo, calidad comercial del fruto, rendimiento y solidos solubles totales. Se realizaron análisis de varianza y prueba de separación de medias por DMS($P \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS (SAS, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que para la mayoría de las variables fenológicas el tratamiento cinco (inoculación con la mezcla de *Bacillus* + *Pseudomonas*), reporto los mayores valores (Cuadro 1).Para el caso de altura de planta este tratamiento obtuvo una mayor altura respecto al tratamiento inoculado solo con *Bacillus*, un incremento del 21%. Para diámetro de tallo fue mayor en un 26%, y con respecto al área foliar un 55%.

Cuadro 1. Variables fenológicas evaluadas en el cultivo de tomate tipo saladette inoculado con bacterias promotoras de crecimiento vegetal y producidos en malla sombra.

	Variables				
Tratamientos	ALP	DT	PSR	PSP	Área Foliar
	cm	mm	------ g ------		$m^2\ m^{-2}$
T1 = Bacillus	110.00 b*	10.66 a,b	2.27 a,b	8.60 c	1361.80 c
T2 = Pseudomonas	114.33 b	9.33 b	1.67 b	11.37 b	1530.60 c
T3 = Brevibacterium	131.33 a,b	9.33 b	2.93 a,b	7.97 c	2377.40 b
T4 = Virgibacillus	113.33 b	11.00 a,b	2.43 a,b	9.60 b,c	1984.80 b
T5 = Bacillus+Pseudomonas	140.00 a	12.66 a	3.13 a,b	9.63 b,c	3039.60 a
T6 = Testigo sin inocular	128.33 a,b	10.33 b	4.00 a	14.20 a	2008.70 b

Donde; ALP = Altura de planta medido a los 80 días después del trasplante (ddt); DT = Diámetro de Tallo; PSR= Peso seco de raíz; PSP=Peso seco de la planta. *Diferencias entre medias obtenidas mediante prueba de DMS ($P \leq 0.05$). Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes.

El crecimiento de la raíz fue estimulado de manera muy significativa por el género *Bacillus+Pseudomonas* en comparación con otras cepas. Para peso seco de raíz (PSR), este fue mayor en los tratamientos cinco y seis, ambos fueron estadísticamente iguales.Y para el caso del peso seco de planta el tratamiento testigo fue el mejor. Al respecto, Sánchez*et al*. (2012) encontraron que las cepas *Enterobacter*sp y *Pseudomona* presentan un gran potencial para estimular el crecimiento y producción en el cultivo de tomate. Luna *et al*. (2013), señalan que el ácido indolacético (AIA) producido por las cepas inoculadas es el principal metabolito que induce el crecimiento de las plantas, al aumentar la división celular y la diferenciación de los tejidos, efectos que se ven reflejados en un mayor contenido de biomasa.

Respecto a la calidad comercial de los frutos de tomate, el análisis de varianza determino diferencias significativas para las variables DP, DE, EP, PF y SST (Cuadro 2).Para los diámetros polar y ecuatorial (DP y DE), los mayores valores se presentaron en el Tratamiento testigo (T6), para el caso de los tratamientos inoculados los mejores fueron con las cepas *Bacillus+pseudomonas* (T5) y *Virgibacillus* (T4). Los valores obtenidos son considerados de calidad aceptable. Respecto a espesor de pericarpio, el tratamiento con las cepas *Bacillus+Pseudomonas* (T5) y *Virgibacillus* (T4) presentaron los mayores valores; siendo un 34% mayor su espesor respecto al tratamiento T2 con la cepa Pseudomona.

Cuadro 2. Variables de calidad comercial de frutos de tomate tipo saladette inoculado con bacterias promotoras de crecimiento vegetal y producidos en malla sombra.

	Variables				
Tratamientos	DP	DE	EP	PF	SST
	---------- mm ----------			g	°Brix
T1 = Bacillus	51.00 b	42.00 c	4.67 a,b	43.5 c	4.97 a,b
T2 = Pseudomonas	40.00 c	33.00 d	3.50 c	24.5 e	5.17 a
T3 = Brevibacterium	45.00 c	35.50 d	3.67 b,c	31.0 d	4.57 b,c
T4 = Virgibacillus	54.17 b	47.00 b	5.67 a	73.0 a	5.27 a
T5 = Bacillus+Pseudomonas	53.00 b	42.33 c	5.33 a	55.5 b	4.33 c
T6 = Testigo sin inocular	61.50 a	52.00 a	5.67 a	76.5 a	4.40 c

Donde; DP= Diámetro polar; DE=Diámetro ecuatorial; EP = Espesor de pericarpio; PF= Peso del fruto; SST=Solidos Solubles Totales. * Diferencias entre medias obtenidas mediante prueba de DMS ($P \leq 0.05$). Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes.

Para peso del fruto (PF) y solidos solubles totales (SST), el mejor tratamiento se presentó con la cepa *Virgibacillus*, confirmando lo señalado por Bhattacharjee*et al*. (2015), quienes señalan que la inoculación con PGPR generan efectos positivos en la calidad y tamaño de los frutos de tomate.

Los resultados obtenidos para el caso del rendimiento muestran diferencias significativas positivas por efecto de las bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) (Figura1). Los tratamientos de tomate inoculados con*Bacillus* + *Pseudomonas* (T5), e inoculados únicamente con *Bacillus* fueron estadísticamente iguales a los obtenidos por el tratamiento testigo.

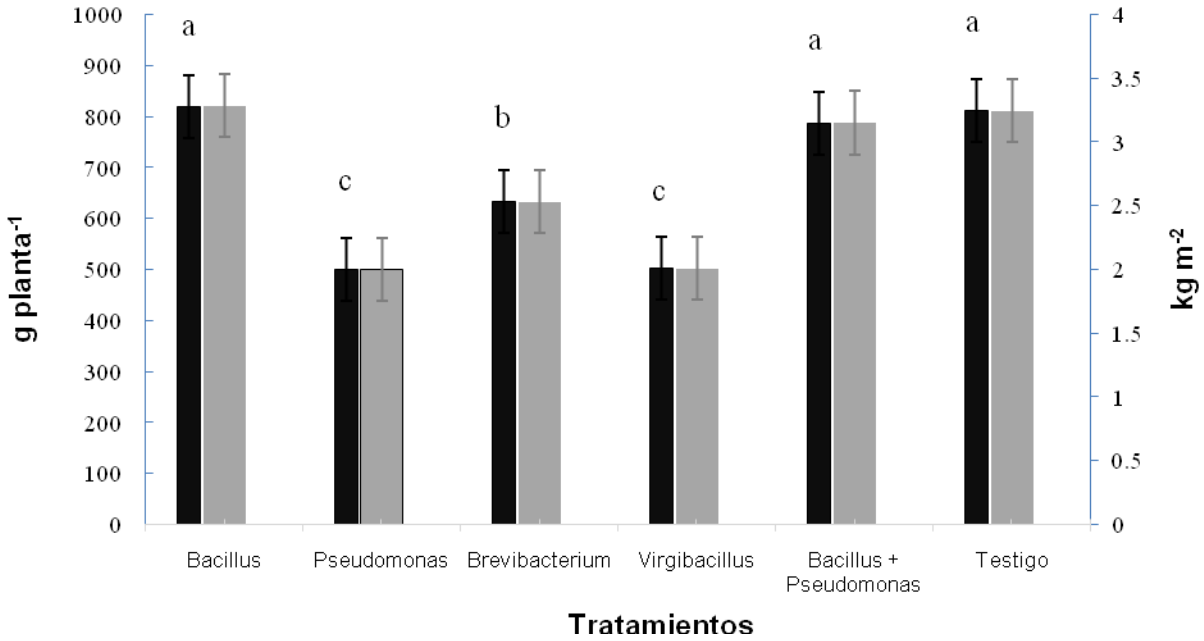


Figura 1. Efecto de la inoculación de plantas de tomate con PGPR en su rendimiento. Medias seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes (DMS; $P \leq 0.05$).

Los rendimientos fueron de 787.7, 821.7 y 811.5 g planta^{-1}, respectivamente. Las diferencias en rendimiento de los tratamientos inoculados con Virgibacillus (T4) y Pseudomonas (T2) fue en promedio 39% menor con respecto a los tratamientos 1 y 2. Considerando que solo se realizaron cinco cortes los rendimientos por planta pueden ser considerados aceptables ya que en promedio en la región se reportan entre 10 y 12 kg planta^{-1}, considerando 10 racimos por planta. Estudios realizados por Espinosa (2017), encontró que las PGPR *Bacillusspp*., y *Aeromonasspp*., incrementaron el rendimiento de tomate bajo condiciones de invernadero. En este sentido, las PGPR promovieron efectos positivos sobre el cultivo de tomate.

CONCLUSIONES

La biofertilización en el cultivo de tomate a través de la inoculación con bacterias promotoras de crecimiento(PGPR) con las cepas *Bacillusspp*., y *Bacillusspp. +Pseudomonaslini*, pueden ser una alternativa para la producción de tomate en malla sombra ya que se encontraron rendimientos y calidad comercial aceptables.

BIBLIOGRAFIA

Bhattacharjee, R.B.,A. Singh, S.N. MukhopadhyayU. 2008. se of nitrogen fixing bacteria as biofertilizer for non-legumes: prospects and challenges. Appl. Microbiol. Biotechnol., 80 (2008), pp. 199-209

Espinosa Palomeque, B., A. Moreno Reséndez, P. Cano Ríos, V .P. Álvarez Reyna, J. Sáenz Mata, H. Sánchez Galván y G., González Rodríguez. 2017. Inoculación de rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate (Solanumlycopersicum L.) cv. afrodita en invernadero. Terra Latinoamericana 35: 169-178.

Luna Martínez, L., Martínez Peniche, R.A., Hernández Iturriaga, M., Arvizu Medrano, Sofía M., y Pacheco Aguilar, Juan R. 2013. Caracterización de rizobacterias aisladas de tomate y su efecto en el crecimiento de tomate y pimiento. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 36 (1): 63 – 69.

Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). 2018. A booming organic sector: more farmers, more land and a growing market. The World of Organic Agriculture" 2018 edition, graphs, and infographics can be downloaded at www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2018.html.

Sánchez, L.D.B., Gómez, V.R.M., Garrido, R.M.F. y Bonilla, B.R.R. 2012. Inoculación con bacterias de crecimiento vgetal en tomate bajo condiciones de invernadero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3(7):1401-1415.

StatisticalAnalysisSystem (SAS). 1993. Institute inc. SAS user´s guide. Statistics, versión 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, N.

DETERMINACIÓN DE LA DEPRESIÓN ENDOGÁMICA DE HÍBRIDOS DE TOMATE OBTENIDOS DE CRUZAS INTERESPECÍFICAS

Hernández-Leal, E.[1*]; Bonilla-Barrientos, O.[2]; Hernández-Bautista, A[2]; Maltos-Buendía, J[1]; Martínez-Yáñez, B[3].

[1]Bolvd. José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col. Centro, Matamoros, Coahuila C.P. 27440, Tel. (871) 182-31-77. [2]Colegio de PostgraduadosCampus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230.[3]Av. José Luis Martínez Vázquez No. 2000, Jicolapa, Zacatlán, Puebla, C. P. 73310, Tel. (797) 97-516-94. *Correo electrónico: hernandez.enrique**@inifap.gob.mx**

INTRODUCCIÓN

Una de las hortalizas que más se cultivan en el mundo es el tomate (*Solanumlycopersicum*L.),en 2014 se rebasaron los 3 millones de hectáreas cosechadas, con una producción promedio de 88 millones de toneladas al año siendo Estados Unidos y China los principales países productores (15 %)a nivel mundial,México se situó en la décima posición y es el tercer país exportador,principalmente aEstados Unidos (FAO, 2014) en la temporada invernal (De Giglio, 2003).

El tomatees muy importante económicamente para nuestro país por la gran cantidad de empleos que genera en el Medio rural,debido a que se utiliza mucha mano de obradurante el ciclo agrícola. En los últimos años la producción en México se ha incrementado aceleradamente por el uso de nuevas variedades con mayor rendimiento, resistencia a enfermedades, calidad de fruto y vida de anaquel (Gur y Zamir, 2004).

Desafortunadamente dichas variedades las desarrollan principalmenteempresas privadas, por lo que el costo de semillapara pequeños y medianos productoreses alto, por esta razón algunos productores utilizansemillas F_2spara el siguiente ciclo, con el supuesto que el rendimiento essimilaral híbrido original.Algunas veces pueden aparecer plantas F_2s con características similares asus progenitores o incluso las superan en rendimiento por efecto dela segregación transgresiva (De Vicente y Tanksley, 1993; Poehlman y Allen, 2003). Dichas reducciones y/o incremento en los porcentajes de la segregación transgresiva y depresión endogámica varían de acuerdo a la población que se utilice. En Méxicoson pocos los estudios que se han realizado acerca de estos fenómenos,Martínez-Solís *et al*., (2005)reportaron que la mayoría de valores para rendimiento en F_2sde 37 híbridos de tomate eran menores al 10% para la depresión endogámica y para la segregación transgresiva fueron cerca del 35%. Hernández-Leal *et al*., (2013)encontraron reducciones en rendimiento superiores al 50% e incrementos del 10%

debidos a la segregación transgresiva en siete híbridos de tomate tipo ‗Saladatte' y sus respectivas F_2s.

Una alternativa para obtener nuevas variedades en menor tiempo puede ser cruzar materiales elite por nativos y/o locales, con esto es posible aprovechar de manera racional la amplia variabilidad genética existente, obteniendo híbridos con buenos rendimientos. Por eso es necesario estudiar los efectos en híbridos derivados entre material élite y nativo para estimar los efectos de la depresión endogámica presentes en la generación F_2 de cada híbrido intervarietal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 23 híbridos (F_1) obtenidos del cruzamiento entre nueve líneas S_5 de tomate nativo (LOR-79, LOR-81, LOR-82, LOR-85, LOR-91, LOR-95, LOR-97, LOR-103 y LOR-111) y dos líneas S_5de híbridos comerciales tipo ―saladette", además una tercera línea avanzada que fue cruzadacon LOR-79, LOR-81, LOR-91, LOR-95, LOR-103, se incluyeron sus respectivas F_2sy como testigo se utilizó la variedad comercial ‗Cid'.

En el ciclo Primavera-Verano de 2016 se estableció el experimento en un invernadero del Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Edo.de México (19° 30" N y 98° 53" O, a una altitud de 2250 msnm). La siembra se realizó el 3 de febrero en charolas de poliestireno con 200 cavidades y el trasplante a los 45 días después de la siembra.Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, para los 59 genotipos. De las líneas se usaron tres plantas por repetición y en las F_1s y F_2s cinco plantas por repetición. Se realizaron dos cortes (junio y agosto).

Las plantas se manejaron a un tallo y se tutoraron con rafia tomatera,la solución nutritiva fue la propuesta por Steiner (1984), modificándola de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo, iniciando a una concentración de 50% hasta antes de la floración y después se incrementó al 100%, el pH de la solución se mantuvo entre 5.5 a 6.0,sedieron cuatro fertirriegos al día.

Las variables que se midieron fue peso total de frutos por planta (PTF, en g), número total de frutos por planta (NTF), peso promedio de fruto (PPF, en g), diámetro (DF, en mm), longitud de fruto (LF, en mm) y contenido de sólidos solubles totales (SST, en °Bx). El PPF, DF, LF, SST y FIR se obtuvieron de una muestra de tres frutos representativos por planta. Los SST se midieron con un refractómetro digital marca PAL-1® (Tokio, Japón) de intervalo 0.0 a 53.0 °Brix.

A cada variable se le realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey (P≤0.05) en el programa SAS® V.9.0 (SAS Institute Inc., 2002)con el modelo estadístico bloques completos al azarutilizando el modelo lineal general (PROC GLM),además para comparar los promedios de las F_1*vs.* su respectiva F_2 se usó el procedimiento CONTRAST. La depresión endogámica (DEP) se estimó con los promedios de las diferencias con la siguiente formula $(F_1-F_2)/F_1$, expresada en porcentaje y multiplicada por (-1) para indicar una disminución de la magnitud de la variable evaluada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la comparación de medias de los contrastes hubo diferencias significativas para la mayoría de las variables entre las generaciones F_1 y sus F_2s en17 cruzas de tomate (Cuadro 1). Para PT las cruzas que sobresalieron fueron LOR82*CF_1y LOR103*RF_1 con valores de 4.3 y 4.2 kg por planta, respectivamente, los valores más bajos fueron para LOR111*LF_2(2.9 kg por planta) y LOR97*CF_2 (1.8 kg por planta). Sin embargo, para PPF las cruzas sobresalientes fueron LOR82*LF_2 (151 g) LOR82*CF_1 (136.2 g)y LOR97*CF_2 tuvo el valor más bajo (71.3 g). La cruza LOR81*RF_1presentó el mayor número de frutos con 51.5, mientras que la cruza LOR82*LF_2 mostró el valor más bajo con 29.2 frutos. Para las variables de precocidad se encontraron cruzas (LOR91*RF_1) con 39.7 días a la floración y 97.8 días a la maduración (LOR91*LF_2).

Cuadro 1. Comparación de medias en 17 híbridos de cruzas entre líneas S_5 de tomate nativo vs líneas avanzadas S_5 detomate elite y susF_2s. Texcoco, Estado de México, México.

CRUZAS	PT	NF	PPF	DF	LF	DFR3	DMR3	BRIX	LUCU
LOR91*L F_1	3.8 ab	37.2 ab	131.0 a-e	54.3 a-h	77.5 a-c	45.1 ab	102.8 ab	4.0 a-c	2.2 de
LOR91*L F_2	3.7 ab	35.9 ab	133.4 a-d	56.1 a-g	74.9 a-c	46.4 ab	97.8 b	4.8 a	2.5 a-e
LOR95*L F_2	3.3 ab	34.2 ab	116.8 a-f	53.9 a-i	68.5 a-e	52.1 a	104.9 ab	4.3 a-c	2.4 b-e
LOR82*L F_1	3.0 ab	38.0 ab	103.1 a-f	48.1 e-i	72.8 a-d	42.7 ab	103.6 ab	4.3 a-c	2.9 a-e
LOR82*L F_2	2.9 ab	29.2 b	151.0 a	58.5 ab	77.2 a-c	47.2 ab	105.2 ab	4.3 a-c	3.1 a-d
LOR111*L F_2	2.5 ab	31.3 ab	105.6 a-f	48.6 c-i	75.9 a-c	42.0 ab	106.0 ab	4.6 ab	2.2 e
LOR97*L F_2	3.1 ab	36.8 ab	105.6 a-f	47.8 e-i	86.6 a	46.7 ab	108.3 ab	4.6 ab	2.7 a-e
LOR85*C F_1	3.8 ab	46.0 ab	112.4 a-f	55.1 a-h	69.3 a-e	42.3 ab	105.8 ab	3.6 c	2.6 a-e
LOR81*C F_1	3.8 ab	42.3 ab	108.7 a-f	54.7 a-h	63.7 b-e	42.3 ab	104.5 ab	4.1 a-c	2.5 b-e
LOR79*C F_2	3.0 ab	36.5 ab	114.1 a-f	55.8 a-g	62.9 c-e	46.7 ab	108.7 a	3.7 bc	2.4 b-e
LOR82*C F_1	4.3 a	42.1 ab	136.2 a-c	59.7 a	64.4 b-e	42.3 ab	99.9 ab	3.8 ba	3.2 ab
LOR82*C F_2	3.5 ab	36.1 ab	124.8 a-f	58.4 a-c	64.8 b-e	41.4 ab	100.9 ab	4.0 a-c	3.4 a

LOR97*C F_2	1.8 b	38.2 ab	71.3 f	48.6 d-i	51.8 e	41.3 ab	104.7 ab	4.4 a-c	2.8 a-e
LOR91*R F_1	3.4 ab	48.4 ab	95.8 b-f	47.00 f-i	74.3 a-d	39.7 b	103.8 ab	3.9 a-c	2.3 c-e
LOR95*R F_2	3.1 ab	48.2 ab	81.2 ef	44.4 i	74.5 a-c	43.4 ab	101.7 ab	4.4 a-c	2.5 a-e
LOR103*RF_1	4.2 a	46.6 ab	110.1 a-f	49.3 b-i	78.6 a-c	42.3 ab	98.2 b	3.9 a-c	2.7 a-e
LOR81*R F_1	3.7 ab	51.5 a	94.6 b-f	46.6 g-i	71.8 a-d	41.0 ab	104.1 ab	3.9 a-c	2.4 b-e
DHS	2.4	21.5	54.6	9.8	18.3	11.2	10.6	0.92	0.89

*, ** Significativo a P ≤0.05) y a P ≤0.01, respectivamente. Medias con la misma letra en columna entre tratamientos, son estadísticamente iguales (α=0.05); R = reducciones porcentuales. PT = peso total de frutos por planta (g); NF = número total de frutos por planta; PPF = peso promedio del fruto (g); DF = diámetro de fruto (mm); LF = longitud de fruto (mm); DFR3 = días a floración del tercer racimo; DMR3 = días a maduración del tercer racimo; SST = contenido de sólidos solubles totales (°Brix); LOCU = número de lóculos; DHS = Diferencia honesta significativa.

Las cruzas derivadas del probador L (LOR85*L, LOR91*L, LOR81*L, LOR82*L, LOR97*L, LOR95*C, y LOR81*C)fueron las más estables de una generación a otra, ya que la depresión endogámica afectó un menor número de características mientras que los híbridos conformados por las otras líneas (R y C) fueron afectados en las variables de precocidad, sólidos solubles totales, número de lóculos ylongitud y diámetro del fruto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Reducción porcentual en 23 híbridos de cruzas entre líneas S_5 de tomate nativo vs líneas avanzadas S_5 de tomate elite y sus F_2s. Texcoco, Estado de México, México.

CRUZAS	PT	NF	PPF	DF	LF	DFR3	DMR3	BRIX	LUCU
LOR85*L	68.2	37.1	18.1	11.1	1.5	-9.2	-3.6	0	0
LOR91*L	-2.6	-3.5	1.8	3.3	-3.4	2.9	-4.9	5	13.6
LOR95*L	3.1	-10.7	15.3	11.6	-8.4	23.2	-0.9	4.9	-7.7
LOR103*L	3.6	10.3	0.8	2.2	-2.4	-8.6	-0.3	5	-10.7
LOR81*L	-11.4	0.7	3.6	2.6	1.3	0	-1.4	2.3	0
LOR79*L	-24.3	-18.6	-12.5	-4	-4.5	9.7	4.4	2.4	0
LOR82*L	-3.3	-23.2	46.5	21.6	6	10.5	1.5	0	6.9
LOR111*L	-28.6	-24.4	-14.4	-8.8	1.5	-4.3	3.1	4.5	-22.2
LOR97*L	0	-3.7	14.9	2.6	5.7	5.4	2.1	7	12.5
LOR85*C	-21.1	-21.3	2	2.9	-3.2	0.9	-1.4	5.6	-3.8
LOR91*C	-24.4	-29.1	-3.8	-6.3	21.4	11.7	1.4	12.5	0
LOR95*C	-11.5	1.1	-14.1	-1.7	7.8	17.1	0.9	12.8	9.1
LOR103*C	-14.7	-12	0.9	-6.4	0	4.1	1.8	-2.4	-11.5
LOR81*C	-18.4	-4.3	-16.8	0.7	10.5	9	1.6	2.4	0

LOR79*C	-16.7	-9.7	-6.7	-3.5	0.5	6.9	1.6	2.7	4.3
LOR82*C	-18.6	-14.3	-8.4	-2.2	0.6	-2.1	1	5.3	6.2
LOR111*C	-3.4	14.9	5.5	-0.9	0.6	-1.7	1.4	2.7	4
LOR97*C	-14.5	4.9	-24.9	-8	-7.8	3.2	3.6	2.3	7.7
LOR91*R	-8.8	-5.2	-17.8	-2.3	1.9	9.6	1.7	5	21.7
LOR95*R	-18.4	2.3	-18.6	-6.1	0.3	5.1	-2.3	15.8	-7.4
LOR103*R	-31	-10.9	-12	-4.3	-2.8	9.9	6.6	0	-3.7
LOR81*R	-10.8	-8.5	-1.4	1.9	3.2	3.4	-1.5	5.1	12.5
LOR79*R	-6.5	-11.6	6.9	7	1.9	4.7	3.2	4.9	-3.8

*, ** Significativo a P≤0.05) y a P≤0.01, respectivamente. R = reducciones porcentuales. PT = peso total de frutos por planta (g); NF = número total de frutos por planta; PPF = peso promedio del fruto (g); DF = diámetro de fruto (mm); LF = longitud de fruto (mm); DFR3 = días a floración del tercer racimo; DMR3 = días a maduración del tercer racimo; SST = contenido de sólidos solubles totales (°Brix); LOCU = número de lóculos.

La depresión endogámica para peso total de fruto (PT) fue de 0 a 28.6%, dicho resultado no fue tanalto comparándolo con lo observado por Hernández Leal *et al*. (2013) cuando evaluaron siete híbridos comerciales y sus F_2s el PT fue de 17.5 a 66.1%. En este estudio, algunas cruzas presentaron un efecto adverso por la depresión endogámica como LOR85*L, LOR103*L, LOR95*Ldebido a que no presentaron un abatimiento para PT.

La depresión endogámica para el número total de frutos fue de 3.5% hasta 29.1% parala mayoría de las cruzas, esto es porque la tasa de crecimiento, tamaño, vigor de la planta disminuye, además es más susceptible al ataque de plagas y enfermedades (Charlesworth y Willis 2009). Pero también hay excepciones ya que siete cruzas no presentaron depresión en la F_2.

Para peso promedio de fruto once cruzas en sus F_2 presentaron incrementos (LOR 85*L, LOR91*L, LOR95*L, LOR103*L, LOR81*L, LOR82*L, LOR97*L, LOR85*C, LOR103*C, LOR111*C y LOR79*R) debido a la segregación transgresiva que es común en tomate.

Para las variables de precocidad (días a maduración y floración)solamente ocho cruzas tuvieron una reducción porcentual que fue de 0.3 hasta 4.9% para la maduración en su F_2, el resto de las F_2s superaron a suF_1. Esto se debe a que la depresión endogámica en especies autógamas como el tomate es relativamente pequeña en comparación con las especies alógamas (Charlesworth y Charlesworth, 1987), debido a que en las especies autógamas el proceso de autofecundación recurrente tiene un efecto depurador de alelos recesivos deletéreos. En la

variable días a floración, solo cinco cruzas (LOR85*L, LOR103*L, LOR111*L, LOR82*C, LOR111*C) presentaron una reducción con valores de 1.7 a 9.2 %.

CONCLUSIÓN

Las cruzas intervarietalesde tomate pueden ser una alternativa para la producción de pequeños y medianos productores, por la baja depresión endogámica que presentó la F_2en calidad de fruto y rendimiento, en comparación con generaciones avanzadas de materiales híbridos.

BIBLIOGRAFÍA

Charlesworth D., Charlesworth B. 1987. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 18: 237-268.

Charlesworth D., Willis J.H. 2009. The genetics of inbreeding depression. Nature Reviews Genetics 10: 783-796.

De Giglio M.A. 2003. Growth of the fresh greenhouse tomato market in the USA.ActaHorticulturae 611: 91-92.

De Vicente M.C., Tanksley S. D. 1993. QTL analysis of transgressive segregation in an interespecific tomato cross. Genetics 134: 585-589.

FAO. 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: www.apps.fao.org. (Marzo 2017).

Gur A., Zamir D. 2004. Unused natural variation can lift yield barriers in plant breeding. PlosOneBiology 2;245.

Hernández-Leal E., Lobato-Ortiz R., García-Zavala J.J., Reyes-López D., Méndez-López A., Bonilla-Barrientos O., Hernández-Bautista A. 2013. Comportamiento agronómico de poblaciones F_2 de híbridos de tomate (*Solanumlycopersicum*L.). Revista Fitotecnia Mexicana 36: 209-215.

Martínez-Solís J., Peña L. A., Rodríguez P. J. E, Villanueva V. C., Sahagún C. J., Peña O. M. G. 2005. Comportamiento productivo en híbridos de jitomate y sus respectivas poblaciones F_2. Revista Chapingo Serie Horticultura 2: 299-307.

Poehlman J. M., Allen D. S. 2003. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Ed. Limusa. México, D.F. pp: 172-176.

SAS Institute (2002) User´s Guide of SAS (Statistical Analysis System). SAS Institute Inc. Cary, N. C. USA. 550 p.

Steiner A. A. 1984.The universal nutrient solution. In: Proc. 6th International Congress on Soilless Culture. Wageningen, The Netherlands. pp: 633-650.

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS INTRAESPECÍFICOS DE VAINILLA (Vanilla planifolia G. Jackson) EN CAMPO OBTENIDOS DE MANERA *in vitro*.

Hernández-Leal E.[1*]; Bonilla-Barrientos[2]; O.[1]; Maltos-Buendía, J[1]; Reyes-López D[3]; Hernández-Días K.Y[4].

[1]Bolvd. José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col. Centro, Matamoros, Coahuila C.P. 27440, Tel. (871) 182-31-77. [2]Colegio de PostgraduadosCampus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. [3]Facultad de Ingeniería Agrohidráulica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. San Juan Acateno,Teziutlán, Puebla. [4]Av. José Luis Martínez Vázquez No. 2000, Jicolapa, Zacatlán, Puebla, C. P. 73310, Tel. (797) 97-516-94. *Correo electrónico: hernandez.enrique**@inifap.gob.mx**

INTRODUCCIÓN

México no cuenta con híbridos de vainilla (*Vanilla planifolia* G. Jackson), lo que utilizan los productores son materiales nativos de diferentes tipos de *V. planifolia*, esto ha provocado que en las plantaciones allá poca diversidad genética (Cibrián, 1999; Besse*et al*., 2004) entre y dentro de individuos (Divakaran*et al*., 2006), además otros factores que también influyen son el modo de reproducción asexual, polinización artificial y la nula germinación natural que tienen sus semillas(Flores *et al*., 2017).

Sin embargo, *V. planifolia* al ser originaria de México existe una amplia diversidad,por eso esposible encontrar diferentes clones con características sobresalientes, principalmente en rendimiento, tolerancia a factores bióticos y abióticos, y con una alta calidad y cantidad de vainillina; por eso esta especie es la más importante a nivel mundial. Soto (2003) menciona que en nuestro país hay 10 especies de vainillas, pero un estudio reciente de Flores *et al*., en el 2017 mencionan que sólo hay siete especies distribuidas en nueve estados de la república mexicana.

Por eso para que un programa de mejoramiento genético tenga éxito es necesario seleccionar clones o especies con características deseables, esto depende de la variabilidad genética con que se disponga para el carácter o los caracteres de interés. Menchaca *et al*., (2011) mencionan que utilizandola hibridación inter o intraespecífica con *V. planifolia*, *V. pompona*, *V. odorata* y *V. phaeanta* (Soto,1999) es posible incrementar la base genética en poblaciones con limitada variabilidad. El primer programa de mejoramiento genético para esta especie fue en Madagascar, donde obtuvieron plantas resistentes a *Fusarium batatis*var(Divakaran*et al*., 2006).

Mientras que en nuestro país solo se cultivan materiales nativos que indígenas totonacas seleccionaron por sus buenas características fenotípicas, de las cuales sobresalen varios tipos de *V. planifolia* (Curti, 1989). Lubinsky (2003) menciona que en Papantla, Ver. pudo originarse de manera natural un híbrido entre *V. planifolia* y *V. pompona* o *V. insignis* (Bory*et al*., 2008), hasta el momento el único trabajo de mejoramiento genético en vainilla fue el que realizaronHernández-Leal *et al*.,en 2016, donde obtuvieron 22 cruzas de los mejores clones de *V. planifolia* del banco de germoplasma de vainilla de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Actualmente no existe ningún estudio en nuestro país sobre el mejoramiento genético en vainilla. Por eso el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de 21 cruzas intraespecíficas y una autofecundación de *Vanilla planifolia* G. Jackson para seleccionar la(s) planta(s) sobresalientes con las mejores características agronómicas y comportamiento agronómico en campo

MATERIALES Y MÉTODOS

Elexperimento se realizó en la localidad de Caracoles, Tenampulco, Puebla, cuyo clima es cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano, se encuentra a una altitud de 210 msnm, suscoordenadas geográficas son 20° 8‘ 30” y 20° 14‘ 54” N y 97° 20‘ 00” y 97° 30‘ 00” O (INEGI 2006).

Antes del establecimiento y evaluación, en mayo del 2015 se sembraron 66 tutores de Cocuite (*Gliricidiumsepium*) de aproximadamente 2.60 m de altura; se distribuyeron a una distancia de 1.5 m entre tutores y 2.5 m entre pasillos. Se usó una malla sombra al 80% para evitar quemaduras por el sol a las plantas. Las 21 cruzas intraespecíficas y la autofecundación (Cuadro 1) se trasplantaron en agosto, de base para cubrir las raíces y evitar su deshidratación se utilizó aproximadamente 1 kg de Bocashi y se amarraron las plantas al tutor con rafia. Para el control de plagas, enfermedades, riego, etc., se realizaron de acuerdo con las recomendaciones del productor.

Cuadro 1. 21 cruzas intraespecíficas y una autofecundación de vainilla utilizadas para evaluar su desempeño agronómico en campo. Tenampulco, Puebla. 2015.

ACCESIÓN	TIPO DE CRUZA	ESPECIE
21X41	CRUZA	*V. planifolia* clon
21X28	CRUZA	*V. planifolia* clon
21X124	CRUZA	*V. planifolia* clon
27X27	AUTOFECUNDACIÓN	*V. planifolia* clon
28X39	CRUZA	*V. planifolia* clon
35X20	CRUZA	*V. planifolia* clon
36X69	CRUZA	*V. planifolia* clon
36X112	CRUZA	*V. planifolia* clon
39X196	CRUZA	*V. planifolia* clon
71X2	CRUZA	*V. planifolia* clon
71X112	CRUZA	*V. planifolia* clon
111X2	CRUZA	*V. planifolia* clon
111X39	CRUZA	*V. planifolia* clon
112X21	CRUZA	*V. planifolia* clon
115X21	CRUZA	*V. planifolia* clon
124X21	CRUZA	*V. planifolia* clon
124X27	CRUZA	*V. planifolia* clon
124X28	CRUZA	*V. planifolia* clon
124X35	CRUZA	*V. planifolia* clon
124X111	CRUZA	*V. planifolia* clon
195X16	CRUZA	*V. planifolia* clon
195X20	CRUZA	*V. planifolia* clon

Para determinar el comportamiento agronómico de cada cruza, se tomaron datos una vez al mes durante 16 meses.Las variables que se registraron fueron: diámetro del tallo (DT, en mm), altura de planta (AL, en cm), número de brotes por planta y número de hojas. Además se contabilizó el número de plantas que sobrevivieron de cada cruza.

Para el diseño experimental se usó un bloques completos al azar (Martínez, 1988), con tres repeticiones por cruza. A cada variable se le realizó el análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) en el programa SAS® V.9.0 (SAS Institute Inc., 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2podemos ver que el porcentaje de sobrevivencia fue muy amplio, pues las cruzas 111X2 y 111X39 presentaron el valor más bajo, ya que ninguna planta sobrevivió debido a que estas no se aclimataron a las condiciones de la región. Begon*et al*., (1999) señalan que la aclimatación esun proceso de adaptación, además las plantas obtenidas de manera tradicional tienen un comportamiento diferente en condiciones de campo comparadas con plantas obtenidas *in vitro*, debido a que estas sufren cambios morfológicos y fisiológicos que ocasionan una pérdida importante de plantas en campo (Díaz *et al*., 2004).

Las cruzas que tuvieron a la accesión 21 como madre (21X41, 21X28 y 21X124) presentaron el mayor porcentaje de sobrevivencia (83.3). Al respecto, Taiz y Zeiger (1998) mencionan que las características genéticas de las plantas y los factores ecológicos del sitio juegan un papel muy importante en el buen establecimiento de las plantas, porque el genotipo, el suelo y clima acotan la distribución y productividad.

Tres cruzas tuvieron el 16.7% de sobrevivencia (71X112, 195X16 y 195X20), mientras que la 39X196, 71X2, 115X21 y 124X111 presentaron el 33.3%. Un factor importante que afecta la sobrevivencia de las plantas es una ineficiencia fotosintética, debida a bajos contenidos de pigmentos del aparato fotosintético (Preece y Sutter, 1991; Hernández-Leal *et al*., 2016). Las cruzas 28X39, 35X20, 36X69, 36X112, 112X21, 124X35 y 124X27 tuvieron el 50% de sobrevivencia. Mientras que la 27X27 y 124X21 y 124X28 sobrevivo el 66.7% de las plantas, dicho porcentaje de supervivencia está influenciado por una buena aclimatación y calidad de las plántulas, por eso es fundamental seleccionar las mejores para que la velocidad de crecimiento en campo sea lo mejor posible (Morgado *et al*., 2000).

Cuadro 2. Porcentaje de sobrevivencia de 21 cruzas intraespecíficas y una autofecundación de vainilla. Tenampulco, Puebla. 2015.

ACCESIÓN	PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA (%)
111X2	0
111X39	0
71X112	16.7
195X16	16.7
195X20	16.7
39X196	33.3
71X2	33.3

115X21	33.3
124X111	33.3
28X39	50
35X20	50
36X69	50
36X112	50
112X21	50
124X35	50
124X27	50
27X27	66.7
124X21	66.7
124X28	66.7
21X41	83.3
21X28	83.3
21X124	83.3

CONCLUSIONES

La variabilidad genética entre y dentro de las accesiones todavía es muy reducida, por lo que es necesario seguir realizando cruzas entre diferentes accesiones o entre las mismas cruzas que se obtuvieron para incrementar la variabilidad genética.

Es necesario incrementar el número de plantas para la evaluación de campo, para evitar pérdidas de cruzas y poder seleccionar mejor a los genotipos evaluados.

BIBLIOGRAFÍA

Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. 1999.Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades. Tercera Edición. Omega, Barcelo, España.

Besse, P., Silva, D. Da., Bory, S., Grisoni, M., Le Bellec, F., Duval, M. F. 2004. RAPD genetic diversity in cultivated vanilla: Vanilla planifolia, and relationships with V. tahitensis and V. pompona. Plant Science. (1) 67: 379 - 385.

Bory, S., M. Grisoni, M-F.Duval, y P. Besse. 2008. Biodiversity and preservation of Vanilla: present state of knowledge. Genetic Resources and Crop Evolution 55: 551-571.

Cibrián J. A. 1999. Variación genética de Vanilla planifolia en México. Tesis. Facultad de Ciencias, UNAM, México DF. 60 pp.

Curti D., E. 1989. Manual para el cultivo de la Vainilla de la región de Papantla, Veracruz SARH. Comisión Nacional de Fruticultura, Xalapa. Ver.

Díaz, L. P. Medina, L. F. Latife, J. Digonzelli, P. A. SOSA, S. B. 2004. Aclimatación de plantas micropropagadas de caña de azúcar utilizando el humus de lombriz. INTA, Argentina. RIA, 33 (2): 115-128.

Divakaran M., Babu N., Ravindran P. N., Peter K. V. 2006. Interspecific hybridization in vanilla and molecular characterization of hybrids and sel fed progenies using RAPD and AFLP markers. Scientia Horticulturae 108: 414-422.

Flores, J. A., Reyes, L. D., Jiménez, G. D., Romero, A. O., Rivera, T. J.A., Huerta, L. H., Pérez, S. A. 2017. Diversidad de Vanilla spp. (Orchidaceae) y sus perfiles bioclimáticos en México. Rev. Biol. Trop. 65 (3): 975-987

Hernández-Leal, E. Castillo-Martínez, C.R. Reyes-López, D. Corona-Torres, T. Avendaño-Arrazate, C.H. García-Zavala, O.J.J. Vaquera-Huerta, H. Villalobos-Navarro, F. Bonilla-Barrientos, O. 2016. Aclimatación de híbridos intraespecíficos de VanillaplanifoliaJacks. ex Andrews, obtenidos in vitro. Agroproductividad pp. 9 (11): 72- 77.

INEGI. 2006. www.INEGI.gob.mx. Fecha de consulta agosto 2017.

Lubinsky, P. 2003. Conservation of wild vanilla In: Proceedings of Vanilla. First International Congress, Princeton, NJ 08540, New Jersey, USA, November 11–12 pp.

Martínez G. A. 1988. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas, México D.F. 756 p.

Menchaca, G. R. Ramos, P. J M. Moreno, M. D. Luna, R. M. Mata, R. M. Vázquez, G. L M. Lozano, R. M A. 2011. Germinación in vitro de híbridos de Vainilla planifolia y V. pompona. Revista Colombiana de Biotecnología. 13. No. 1.

Morgado, I. F. Carneiro, J. Leles, P. Barroso, D. 2000. Residuos agroindustrias prensados como substrato para a producto de mudas de caña de azúcar Sci. Agric. vol. 57 (4). Piracicaba.

Preece, J. E. y Sutter, E. G. 1991. Acclimatization of micropropagated plant to the greenhouse and field. In: Debergh P.C., Zimmerman, R.H. Micropropagation technology and application. Editorial Dordrech Kluwer Academic Press. pp. 71 – 93.

Soto, M. A. 1999. Filogeografía y recursos genéticos de las vainillas de México. Instituto Chinoin AC. Informe final SNIB-Conabio, proyecto J101. México D. F.

Soto-Arenas M. A. 2003. Vanilla. En: Pridgeon AM, Cribb PJ, Chase MW, Rasmussen FN (ed) Genera orchidacearum: Orchidoideae, Oxford University Press, EUA.

Taiz, L y Zeiger, E. 1998. Plant physiology.Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, USA.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CUATRO ACOLCHADOS EN EL CULTIVO DE DURAZNERO EN AGUASCALIENTES

***Erick Baltazar Brenes y *Manuel Antonio Galindo Reyes**

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 Carr. Aguasacalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Ags, México, Correo electrónico: baltazar.erick@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México se cultivan poco más de 43 mil hectáreas de duraznero [*Prunuspersica* (L.) Batsch.]. El estado de Zacatecas sobresale en superficie cultivada con más de 15,000 ha de este frutal. Por otro lado, Aguascalientes destaca por su alto rendimiento (18 t ha^{-1}) y elevado valor de la producción, ya que con sólo 450 ha genera $85,850,840 en comparación con Chihuahua que con poco más de 4,500 ha apenas produce $3,280,000 (SIAP, 2013).

El estado de Aguascalientes cuenta con cinco acuíferos, Valle de Aguascalientes, Valle de Calvillo, Valle de Chicalote, El Llano y Venadero. Todos los acuíferos del estado presentan sobreexplotación importante. En términos absolutos, el acuífero del Valle de Aguascalientes es uno de los cinco más sobre explotados a nivel nacional; no obstante, en términos porcentuales, el acuífero del Valle de Calvillo es el más sobre explotado, ya que la extracción supera a la recarga en poco más de 67% (CONAGUA, 2013). Esta condición obedece a diversas causas como uso ineficiente del agua por parte de los usuarios, manejo inapropiado del agua de riego a nivel parcelario, cultura inadecuada del recurso agua, y deficiente administración y planeación del aprovechamiento del agua.

El cultivo del duraznero requiere como mínimo una lámina de riego de 700 mm, en condiciones de suelo desnudo y con riego presurizado (Abrisqueta*et al*., 2010). En el estado de Aguascalientes, este frutal se desarrolla en la región semiárida, donde en promedio precipitan menos de 500 mm, por lo que obligadamente hay que aplicar una buena lámina de riego para obtener alto rendimiento y buena calidad. Ante la escasez de agua en la región y la alta demanda por parte del duraznero se deben de implementar diversas prácticas para ahorrar agua tales como uso de riegos presurizados, riego por goteo subsuperficial, riego deficitario en diferentes modalidades, acolchados (orgánicos, sintéticos y minerales) entre otras.

En algunos frutales se han logrado ahorros importantes de agua de riego mediante acolchados sintéticos y orgánicos. En el caso particular del duraznero se ha trabajado tanto con acolchados plásticos como acolchados orgánicos (Szewczuk y Gudarowska, 2006;Stafne*et al*., 2009).

En algunas regiones áridas y semiáridas del mundo, el acolchado con grava es una práctica común y efectiva para disminuir la evaporación del agua del suelo en varios cultivos (Xie*et al*., 2006).

Los resultados de las aplicaciones de acolchados muestran que son eficientes, en la mayoría de los casos, en el uso adecuado del agua, ya que se han reportado ahorros en la cantidad utilizada. No obstante, es importante analizar el aspecto económico, de tal forma que esta opción, además de representar una alternativa para la conservación del recurso hídrico, sea también una práctica rentable para los productores. Así, el objetivo de este trabajo es evaluar económicamente las tecnologías de acolchado para la producción de durazno en el estado de Aguascalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se efectuó en 2016 en el Rancho San Carlos, que se ubica en la comunidad de El Tule, Asientos, Ags. Se empleó la variedad Criollo 229, dichos árboles se trasplantaron a cinco metros entre hileras y a dos metros entre plantas y cuentan con tres años de edad. Esta variedad de duraznero pertenece al tipo Clingstone.

Se evaluaron cinco tratamientos de acolchado y un testigo. En el tratamiento uno, se dejó el suelo desnudo (sin cobertura), se empleó herbicida y desbrozadora. En el tratamiento dos, se dejó el suelo desnudo, se utilizó herbicida y desbrozadora, y se regó con la tecnología y criterio del productor. En el tratamiento tres, se aplicó una capa de paja en cada hilera de árboles, en bandas de 1.2 m de ancho y entre 5 y 10 cm de grosor. Para el tratamiento cuatro, se puso composta en cada hilera de árboles, en bandas de 1.2 m de ancho y un grosor entre 3 y 5 cm. En el tratamiento cinco, se colocó una película de groundcover (polipropileno) en cada hilera de árboles, en bandas de 1.2 m de ancho. Finalmente, para el tratamiento seis, se utilizó una capa de grava en cada hilera de árboles, entre 2 y 3 cm de diámetro y un grosor de 3 a 5 cm, en bandas de 1.2 m de ancho.En los tratamientos con acolchado no se realizó un control de malezas.

La estrategia de manejo del riego consistió en mantener la humedad del suelo cerca de capacidad de campo (CC) durante el ciclo del cultivo.

El manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo con las prácticas agronómicas recomendadas para el duraznero en el estado de Aguascalientes.

En este trabajo se realiza un comparativo de los ingresos y costos derivados de la utilización de los diferentes acolchados y se calcula el beneficio/costo de cada opción para determinar la viabilidad económica de las opciones.

Los costos de producción se calcularon a partir del "paquete tecnológico de producción de durazno en Aguascalientes" elaborado por el INIFAP. El precio tomado para el cálculo de los ingresos es el Precio Medio Rural publicado por el SIAP (2016), y los precios de los insumos se tomaron del SNIIM (2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados del consumo y ahorro en agua en los diferentes sistemas de acolchado. El tratamiento que menos agua utilizó fue el de Groundcover (5,972.72 m^3, ha^{-1}, $año^{-1}$), que representa un ahorro de 12.36% respecto a la cantidad empleada por el testigo; no obstante, este tratamiento obtuvo un rendimiento 22.23% menor que el del testigo. El tratamiento que más agua consumió fue el del acolchado con paja (6,900 m^3, ha^{-1}, $año^{-1}$), y su rendimiento se encuentra ligeramente por encima de la media (30.24 t ha^{-1}). El tratamiento con mayor rendimiento fue el del acolchado con grava (32.34 t ha^{-1}), el cual tuvo un consumo de 6,400 m^3,ha^{-1}, $año^{-1}$, que representa un ahorro de 1.12% respecto al testigo. Desde el punto de vista agronómico, esta información no permite tomar una decisión sobre cuál es el mejor tratamiento, por lo que es necesario efectuar el análisis económico.

Cuadro 1. Aplicación, ahorro y eficiencia del agua de riego en duraznero con acolchado.

Tratamiento	Agua aplicada (m^3ha^{-1} $año^{-1}$)	Ahorro (%)	Rendimiento (t ha^{-1})
Testigo	6,472.70	0.00	31.75
Productor	6,436.40	0.56	31.14
Paja	6,900.00	-6.60	30.92
Composta	6,227.30	3.79	30.64
Groundcover	5,672.72	12.36	24.69
Grava	6,400.00	1.12	32.34

En el Cuadro 2 se muestran los costos de producción de durazno con diferentes tratamientos. El concepto de acolchado incluye los costos del material y de la colocación. La fertilización química para todos los tratamientos y el testigo se efectuó de forma similar, la diferencia radica en la aplicación de una tonelada de composta para el testigo y el tratamiento del productor. El control de malezas se realizó sólo para el testigo y para el tratamiento del productor. En el concepto de "Riego", la mano de obra utilizada es similar para todos los casos, las diferencias están en la cantidad de agua consumida. El concepto de "Actividades comunes" agrupa el

control de enfermedades y plagas, labores culturales, protección antigranizo y contra heladas, debido a que no hay diferencias entre los tratamientos. En la –Cosecha" las diferencias se dan por el número de jornales empleados, los cuales son dependientes del rendimiento.

Cuadro 2. Costos de producción de durazno con sistemas de acolchado.

Concepto	Testigo	Productor	Paja	Composta	GroundCover	Grava
Acolchado	0.00	0.00	21,075	99,300	48,200	18,150
Fertilización	14,061	14,061	12,741	12,741	12,741	12,741
Control de malezas	6,700	6,700	1,320	1,320	1,320	1,320
Riego	5,160	5,140	5,395	5,025	4,720	5,120
Actividades comunes	21,459	21,459	21,459	21,459	21,459	21,459
Cosecha	8,120	7,960	7,960	7,000	8,120	7,960
Total	55,500	55,320	69,950	146,845	96,560	66,750

El Cuadro 2 muestra que el costo de producción más alto es el del acolchado con composta (273.93% más alto que el testigo), seguido por el de Groundcover (179.21% mayor al del testigo). La estructura de costos puede apreciarse con mayor claridad en la Figura 1. Para todos los tratamientos con cobertura el costo del acolchado representa la mayor parte, principalmente en el de composta (67.7% del total) y en el groundcover (49.71%). El costo del riego es muy similar en todos los casos y el ahorro de agua de los tratamientos con acolchado no es suficiente para disminuir de manera importante el costo de producción.

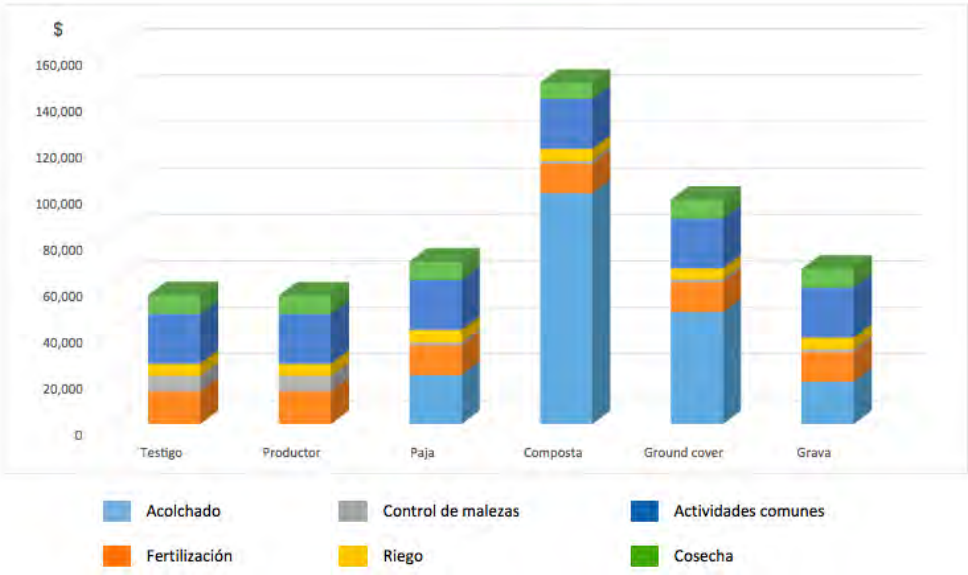


Figura 1. Gráfico de la estructura de costos de los tratamientos en el cultivo de duraznero.

En el Cuadro 3 se muestra el análisis de rentabilidad de los tipos de acolchado. Como se puede ver, aún cuando el sistema de acolchado Groundcover logró un ahorro en agua de 12.36% (Cuadro 1), el rendimiento fue de 24.69 t ha^{-1}por lo que el beneficio/costo de esta opción es uno de los más bajos. El sistema con acolchado de composta es la opción con menorB/C (1.77). La alternativa con el mayor B/C es el testigo (4.85).

Cuadro 3. Análisis de rentabilidad de los tipos de acolchado en duraznero.

Concepto	Testigo	Productor	Paja	Composta	GroundCover	Grava
Rendimiento (t/ ha)	31.75	31.14	30.92	30.64	24.69	32.34
PMR ($/t)	8,474	8,474	8,474	8,474	8,474	8,474
Ingreso Bruto	269,052.99	263,883,79	262,019.48	259,646.73	209,225.78	274,052.72
Ingreso neto	213,553	208,564	192,069	112,802	112,666	207,303
B/C	4.85	4.77	3.75	1.77	2.17	4.11

CONCLUSIONES

El análisis económico indica que el sistema tradicional sin acolchado de producción de durazno es la mejor opción. Este resultado es posible, pues a pesar de que en la mayoría de los casos hay una ahorro de agua, su precio es bajo.

Por otro lado, el costo de los acolchados es muy alto y no hay un impacto positivo en el rendimiento productivo en el corto plazo.

Es necesario evaluar los acolchados a largo plazo y en caso de encontrar baja rentabilidad se deben buscar otras alternativas para reducir el consumo de agua de riego en el cultivo de duraznero, que permitan al productor obtener un beneficio económico similar al que actualmente recibe sin la utilización de acolchados.

BIBLIOGRAFÍA

Abrisqueta I., L. M. Tapia, W. Conejero, M. I. Sanchez-Toribio1, J. M. Abrisqueta, J. Vera and M. C. Ruiz-Sanchez. 2010. Response of early-peach [*Prunuspersica*(L.)] trees to deficit irrigation. SpanishJournal of AgriculturalResearch 8:30-39.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Disponibilidad de agua subterránea: Aguascalientes. Consultado en línea 22 de octubre del 2013. www.Conagua.gob.mx

SIAP. Anuario Estadístico de Producción Agrícola. Producción Agrícola 2016: Durazno. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

SNIIM. Precios de Insumos Agrícolas en Centrales de Abasto Mayoristas de México. http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/Insumos.asp

Stafne, E. T., C. T. Rohla and B. L. Carroll. 2009. Pecan shell mulch impact on ‗Loring' peach tree establishment and first harvest. HortTechnology 19:775-780.

Szewczuk, A. and E. Gudarowska. 2006. Performance of young peach trees planted in ridges and mulched in tree rows. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 14:135-141.

Xie, Z., W. Yajun, W. Jiang and X. Wei. 2006. Evaporation and evapotranspiration in a watermelon filed mulched with gravel of different sizes in northwest China. Agricultural Water Management 81:173–184.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE TRES SEMBRADORAS DE PRESICIÓN PARA EL CULTIVO DE FRIJOL DE TEMPORAL A CUATRO HILERAS

***Erick Baltazar Brenes, *Francisco Garibaldi Márquez, *Ernesto Martínez Reyes, *Esteban Osuna Ceja, *Raúl Vidal García Hernández**

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 Carr. Aguasacalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Ags, México, Correo electrónico: baltazar.erick@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el Altiplano Semiárido del Norte Centro de México se siembran aproximadamente 1.14 millones de hectáreas de frijol de temporal (SIAP, 2017), dondelos suelos se caracterizan por tener poca materia orgánica y baja fertilidad, y la humedad disponible durante el ciclo del cultivo es limitada(Osuna et al., 2016). Adicionalmente, en esta región existe un problema de escasez de mano de obra en el campo (Rojas *et al.,* 2013). Los rendimientos en temporál varían entre 300 y 745 kilogramos por hectárea (Osuna et al., 2016; Garibaldi et al., 2017).

Los productores, regularmente, siembran a hilera sencilla en surcos de 76 y 80 cm con máquinas mecánicas que son poco eficientes en la profundidad y distribución de la semilla (Hernández *et al.* 2013).Sin embargo, diversos estudios han demostrado que la siembra a tres o cuatro hileras sobre camas aumenta la retención de humedad en el suelo, reduce la presencia de malezas, disminuye la erosión e incrementa los rendimientos por hectárea, lo cual genera mayores beneficios económicos para el productor (Osuna *et al*., 2016).

Uno de los problemas para el empleo del sistema a cuatro hileras es que la mayoría de las sembradoras convencionales disponibles en la región no tienen la capacidad de acortar la distancia entre cuerpos de siembra. Por lo tanto, se requieren sembradoras de precisión para líneas múltiples, que formen camas de siembra con reservorios de agua, y apliquen materia orgánica en una sola operación (Hernández *et al.,* 2013). En este sentido, una sembradora eficiente debe abrir el surco de siembra a la profundidad correcta, depositar el número de semillas deseadas, controlar la distancia entre semillas, cubrir la semilla con tierra y compactar la tierra sobre la semilla (Kepner *et al*., 1982; Garibaldi*et al*., 2017).

El INIFAP ha desarrollado sembradoras que pueden adaptarse al sistema de siembra de cuatro hileras, las cuales han sido evaluadas en campo. En este trabajo se hace una evaluación económica comparando tres implementos generados en el INIFAP para establecer siembras en este arreglo topológico: 1) Sembradora mecánica de precisión, 2) sembradora de precisión versátil, y 3) sembradora neumática para siembra en camas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los implementos bajo estudio fueron tres prototipos de sembradora desarrolladas por investigadores del programa de mecanización del INIFAP para el establecimiento de granos de tamaño medio a cuatro hileras en camas. El primero (sembradora 1), es una sembradora mecánica de precisión con dosificador de dedos (Rojas et al, 2013). El segundo (sembradora 2), es una sembradora neumática de precisión versátil con cilindro dosificador común (Hernández et al., 2013). El tercero (sembradora 3), es una sembradora neumática con dosificadores independientes de cámaras de vacío (Garibadi et al., 2017) (sembradora 3). Las características generales de las sembradoras se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de las sembradoras para cultivo de frijol a cuatro hileras del INIFAP

Característica	Sembradora 1	Sembradora 2	Sembradora 3
Dosificador de semillas	Mecánico de dedos	Neumático de cilindro común	Neumático con cámaras de vacío
Formador de camas	SI	SI	SI
Aplicador de fertilizante orgánico	SI	SI	SI
Aplicador de fertilizante inorgánico	NO	SI	SI
Aqueel integrado	SI	SI	NO
Pileteadora integrada	NO	SI	SI

La sembradoras 1 y 2 se evaluaron en terrenos del Campo Experimental Pabellón (CEPAB), y la sembradora 3 en el ejido Pilotos, municipio de Asientos en Aguascalientes. Las variedades de frijol sembradas fueron pinto centenario para la sembradora 1 y pinto saltillo para las otras dos. El precio y rendimiento de ambas variedades es muy similar. Las precipitaciones acumuladas se tomaron de los datos proporcionados por la Red Nacional de Estaciones Climáticas del INIFAP. Las fechas de inicio del ciclo y la cosecha, así como la precipitación acumulada en el ciclo y los rendimientos obtenidos se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Fechas de inicio y fin del ciclo de producción y precipitación acumulada.

Parámetro	Sembradora 1	Sembradora 2	Sembradora 3
Inicio del ciclo	1/07/13	16/07/2013	10/07/17
Cosecha	19/10/13	12/11/13	15/11/17
Días del ciclo	110	119	128
Precipitación acumulada (mm)	476.4	390.4	422.7
Rendimiento (t/ha)	1.68	2.12	1.48

Los costos de producción de frijol fueron calculados considerando la información de campo recabada al momento de la evaluación de los implementos, actualizada a precios de 2018. El precio medio de venta fue igual al precio de adquisición de la semilla debido a que el precio pagado al productor es muy variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3 se muestran los costos de producción de frijol de temporal a cuatro hileras empleando los tres tipos de sembradoras.

Cuadro 3. Costos de producción de frijol de temporal a cuatro hileras.

Concepto	**Sembradora 1**	**Sembradora 2**	**Sembradora 3**
Preparación de terreno	1,900	1,900	2,400
Subsoleo	1,100	1,100	
Barbecho			1,600
Rastreo	800	800	800
Siembra	1,896	1,690	1,662
Semilla	1,296	1,090	1,062
Siembra	600	600	600
Fertilización	960	7,500	960
Estiércol		7,500	
Fertilizante	600		600
Aplicación de fertilizante	360		360
Control de malezas	2,280	2,280	1,380
Herbicida y aplicación	780	780	780
Escarda	600	600	600
Deshierbe manual	900	900	
Cosecha	2,880	2,880	2,880
Total	9,916	16,250	9,282

El sistema con menor costo correspondió a la sembradora 3, no obstante, tuvo el costo más alto de preparación de terreno. El sistema que emplea la sembradora 2tuvo el mayor costo total, esto se debe a que se aportó gran cantidad de abono. El sistema de la sembradora 1tuvo el cósto más alto de semilla debido a la cantidad que se utilizó.

La distrubución porcentual de los costos se muestra en la Figura 1. En el sistema de la sembradora 1,la proporción del gasto destinado al control de malezas fue mayor que en los otros sistemas, y la del gasto en fertilización fue menor. En el sistema de la sembradora 2, la

fertilización representó 46.15% de los costos, la proporción del resto de los costos fue menor en cada concepto que la de las otras sembradoras. En el tercer sistema, el porcentaje del gasto en cosechafue mayor que en los otros sistemas.

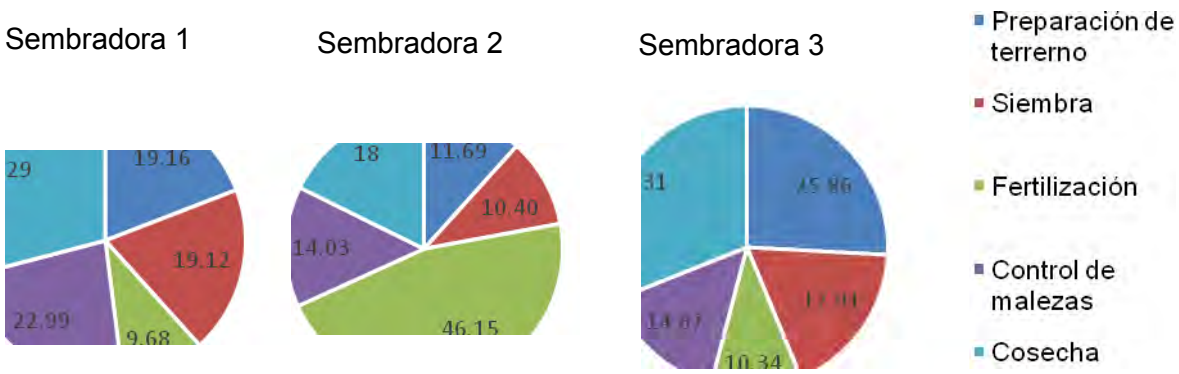


Figura 1. Estructuras de costos de producción de frijol.

El análisis del beneficio costo se muestra en el Cuadro 4. El rendimiento más alto fue el de la sembradora 2 (2.12 t/ha), sin embargo, su costo de producción es elevado, aún así, es la alternativa con mayor ingreso neto, a pesar de que tenga el beneficio costo más bajo (2.35). El costo de producción de la sembradora 3fue el más bajo ($8,922) y tuvo un beneficio costo de 2.99, no obstante, el rendimiento y el ingreso neto fueron los más bajos. El sistema que utiliza la sembradora mecánica tuvo el costo beneficio más alto (3.16), lo que significa que se ganaron $2.16 pesos por cada peso invertido, y a pesar de que no tuvo el ingreso neto más alto, representa la mejor alternativa.

Cuadro 4. Análisis de rentabilidad del cultivo de frijol de temporal a cuatro hileras.

Concepto	**Sembradora 1**	**Sembradora 2**	**Sembradora 3**
Costo de producción	9,556	16,250	8,922
Rendimiento (t/ha)	1.68	2.12	1.48
Precio de venta ($/t)	18,000	18,000	18,000
Ingreso bruto	30,240	38,160	26,640
Ingreso neto	20,684	21,910	17,718
B/C	3.16	2.35	2.99

CONCLUSIONES

El sistema de siembra de frijol de temporal a cuatro hileras, empleando cualquiera de lastres sembradoras, ofrece mayores rendimientos por hectárea y mejores ingresos netos.

Dadas las condiciones de cantidad y distribución de la precipitación en la región, el empleo de los implementos mencionados ofrece una alternativa para conservar las propiedades del suelo debido a que pueden realizar varias funciones en un solo paso.

El sistema que emplea la sembradora 2, emplea gran cantidad de abono y en respuesta tiene el rendimiento más alto, no obstante, dado el precio del insumo, el beneficio costo correspondiente es el menor de todos.

En el tercer sistema el costo de producción es menor debido a que no realiza deshierbes manuales, sin embargo, tiene el menor rendimiento y por tanto menor ingreso neto. El beneficio costo de esta alternativa es bueno (2.99) y es una opción viable debido a la baja inversión requerida.

El primer sistema tiene el beneficio costo más alto, y en términos de rendimientos sobre la inversión, representa la mejor alternativa.

BIBLIOGRAFÍA

Garibaldi, M. F., García, H. R. V., Baltazar, B. E., Osuna, C. E. S. y Martínez, R. E. (2017). Sembradora neumática para siembra en camas. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., Folleto técnico No. 76, 31 p.

Hernández, E. A., Osuna, C. E. S., Reyes, M. L., Martínez, R. E., Ramírez, C. N. Y. Z. (2013). Sembradora de precisión, versátil y acondicionada para conservar suelo y agua. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., Folleto técnico Núm. 50, 28 p.

Kepner, R. A., Bainer, R. and Barjer, E. L. (1982). Principles of machinery. 3rd ed., Westport: Avi. 527 p.

Osuna, C. E. S., Acosta, G.J. A.,Reyes, M.L.,Martínez, G.M. A.,Padilla, R.J. S.,Ventura, R.E.,González, G.E.,Cortés, C.M. A.,Garibaldi, M. F. yHernández, R. I. (2016). Tecnología para incrementar la producción de frijolde temporal en el altiplano semiárido de México. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., Folleto para productores No. 44, segunda edición, 32 p.

Red estaciones climáticas del inifap (2018): https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

Rojas, S. C., Osuna, C. E. S. y Ramírez, C. N. Y. Z. (2013). Sembradora mecánica de precisió, versátil para agricultura de conservación. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., Folleto técnico Núm. 51, 19 p.

SIAP (2017). Anuario Estadístico de Producción Agrícola. Producción Agrícola 2017: Frijol.https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL EFECTO DE *Fusarium* EN HÍBRIDOS DE MAÍZ COMERCIALES PARA GRANOEN AGUASCALIENTES

***Erick Baltazar Brenes, *Dolores Briones Reyes, *Alfonso Peña Ramos**

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 Carr. Aguasacalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Ags, México, Correo electrónico: baltazar.erick@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

México, es uno de los principales países productores de maíz a nivel mundial.A nivel nacional, el maíz es el cultivo de mayor importancia, tanto por el área sembrada, como por su uso en la alimentación. En 2017, la superficie sembrada de maíz para producción de grano fue de 7.6 millones de hectáreas de las cuales 6.1 millones se establecen bajo condiciones de temporal y 1.2 millones de hectáreas bajo riego, con rendimiento promedio de 2.3 y 6.8 t ha^{-1}, respectivamente. Por otra parte, en Aguascalientes, se sembraron en condiciones de riego 5,565 hectáreas de maíz para producción de grano con un rendimiento promedio de 7.65 t ha^{-1} (SIAP, 2017).

El maíz de grano blanco, es el más importante y representa aproximadamente 35% de la superficie total sembrada, además de que es el de mayor consumo,alrededor de 22 millones de toneladas anualmente (SFA-SAGARPA, 2011).

A través de evaluaciones, se ha observado que, en Aguascalientes, algunos híbridos de maíz, tienen potencial de producción superior a las 17 toneladas por hectárea de grano, bajo riego (Peña *et al.*, 2015); sin embargo, nuevos materiales con mejor adaptación y potencial podrían superar estas expectativas y ser utilizados en el corto plazo.

Un factore limitante del rendimiento, son las enfermedades causadas por patógenos, destacando las producidas por el género *Fusarium,* el cual se encuentra naturalmente en el suelo y en ocasiones puede estar asociado a las pudriciones de raíz y tallos de muchas plantas (Hernández *et al.,* 2007). Este hongo, en maíz puede causar daño en todas las etapas del cultivo (Figueroa-Rivera *et al*., 2010).

En 2017 se realizó un estudio para determinar el potencial de producción de grano y sanidad de híbridos comerciales de maíz, bajo las condiciones de Aguascalientes, en el ciclo P-V. Algunas de las variables evaluadas fueron: rendimiento de grano en toneladas por hectárea (t ha^{-1}) ajustado a 14% de humedad, porcentaje de plantas con *Fusarium* spp. en tallo, y porcentaje de mazorcas con pudriciones.

En este trabajo se realiza una evaluación económica del empleo de híbridos para el cultivo de maíz de grano en condiciones de riego, y unaestimación de las pérdidas económicas ocasionadaspor la presencia de *Fusarium*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en terrenos del Campo Experimental Pabellón, localizado en Pabellón de Arteaga, Ags. Esta localidad tiene una altitud de 1920 msnm y se caracteriza por tener clima seco templado.

Se evaluaron 44 híbridos de diferentes compañías.Los trabajos comenzaron el 16 de mayo de 2017 bajo condiciones de riego por cintilla. La siembra se realizó de forma mecanizada con una densidad aproximada de 85,000 pl/ha. Se realizó el riego por goteo y se aplicó la misma dosis de fertilización para todos los híbridos. De igual forma, el tratamiento para el control de plagas y malezas fue homogéneo.La cosecha se realizó el 13 de noviembre.

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el paquete estadístico SAS 2002, versión 9 para Windows. Las comparaciones de las medias de las variables se efectuaron mediante la prueba de la diferencia mínima significativa.

En este trabajo, los costos de producción se calcularon considerando los datos de campo y las recomendaciones de la Agenda Técnica Aguascalientes (2017).

Para determinar la rentabilidad del cultivo con los diferentes híbridos se calculó el beneficio/costo. El precio utilizado para calcular los ingresos es el Precio Medio Rural reportado por el SIAP (2017) para maíz grano de Aguascalientes en condiciones de riego, del ciclo primavera-verano. Las pérdidas económicas se calculan a partir de los detrimentos estimados del rendimiento productivo, ocasionados por el porcentaje de plantas secas por la presencia de Fusarium, y por la pudrición de mazorcas.

RESULTADOS

En laTabla 1 se presentan las rendimiento de grano, porcentaje de plantas secas por Fusarium y porcentaje de mazorcas con pudriciones de los híbridos evaluados. Los valores encontrados fueron de 2% a 100%; trece híbridos presentaron incidencias entre 0% y 14%; mientras que otro grupo de 21 híbridos presentó valores superiores a 50% de incidencia. La mayoría de los híbridos con alta incidencia de *Fusarium* tuvieron rendimientos pobres, inferiores a 8.6 t ha^{-1}; esto se debe principalmente a que la presencia de *Fusarium* ocurrió en una etapa temprana de llenado de grano, afectando el crecimiento del grano y el peso individual de ellos. Cabe

destacar que los híbridos sobresalientes en rendimiento tuvieron en general baja o nula incidencia de *Fusarium*.

Tabla 1. Rendimiento de grano, porcentaje de plantas secas por Fusarium y porcentaje de mazorcas con pudriciones.

Híbrido	Rendimiento (t ha^{-1})	FUS %	MPOD %	Híbrido	Rendimiento (t ha^{-1})	FUS %	MPOD %
XM6930	17.9	3	6	DAS2368	10.6	47	10
P3260W	17.7	3	7	BD54	10.6	20	12
XR49	16.6	6	6	894	9.3	98	9
Noble	16.3	14	7	Samurai	9.0	40	31
P3265W	16.0	11	10	1030	8.6	100	36
P3015W	16.0	11	12	SYN930	8.5	87	22
P3201	15.6	2	6	AG643	8.3	61	18
AGMA0717Y	15.6	5	13	EXP002A	8.1	77	13
TG9545Y	15.1	5	8	AIS-M717	7.7	99	40
Espartaco	14.9	2	9	AIS-M712	7.2	99	31
DAS2370	14.4	8	9	XR35	6.9	99	46
BG5450W	14.1	9	16	KSX-301	6.7	89	33
XR60	13.6	38	9	RS-7070	6.4	85	30
BPS-10	13.3	32	5	SC1	6.4	38	37
AGMA1014Y	13.3	13	28	AIS-M659	6.3	99	34
TG957W	12.7	47	15	BD212	6.2	94	22
ALS888	12.7	17	18	MS-301	5.6	84	42
ASH-1141	12.2	53	17	P3097	5.1	100	41
BG5354W	11.7	44	13	AG640	4.9	100	39
AG614	11.3	43	29	EXP001B	3.9	86	57
BIS-10	11.3	55	9	SC2	3.1	98	65
SYN904	11.1	56	15	AIS-M711	2.1	98	91

MPOD= Porcentaje de mazorcas con pudriciones, FUS= Porcentaje de plantas secas por *Fusarium* spp.

Fuente: Evaluación de híbridos de maíz para grano en Aguascalientes 2017, INIFAP.

Cuadro 1. Costos de producción de maíz para grano con riego por cintilla.

Concepto	Importe
Preparación del terreno	2,800
Siembra	3,575
Fertilización	3,250
Control de malezas	2,240
Control de plagasy enfermedades	2,640
Riego	8,010
Cosecha	1,200
Total	23,715

En el Cuadro 1 se muestra el costo de producción para todos los híbridos evaluados. En el Tabla 2 se muestran las razones beneficio/costo de cada híbrido. El precio medio rural fue de $3,821.77. Considerando las tasas interbancarias estándar (Banxico, 2018) desde el inicio del ciclo de producción (16 de mayo) hasta la fecha de la cosecha (13 de noviembre), la producción de equilibrio sería de 6.432 t ha^{-1}, y el B/C correspondiente sería de 1.037, sin embargo, para Aguascalientes se consideran como buenos, rendimientos superiores a 14 t ha^{-1}(Peña y Briones 2018), tomando esto en cuenta, el B/C mínimo aceptable sería de 2.256; sólo 12 (27.3%) de los 44 híbridos tienen resultados superiores al nivel indicado.

Tabla 2. Beneficio/costo de los híbridos evaluados.

Híbrido	B/C	Híbrido	B/C	Híbrido	B/C	Híbrido	B/C
XM6930	2.885	BG5450W	2.272	DAS2368	1.708	KSX-301	1.080
P3260W	2.852	XR60	2.192	BD54	1.708	RS-7070	1.031
XR49	2.675	BPS-10	2.143	894	1.499	SC1	1.031
Noble	2.627	AGMA1014Y	2.143	Samurai	1.450	AIS-M659	1.015
P3265W	2.578	TG957W	2.047	1030	1.386	BD212	0.999
P3015W	2.578	ALS888	2.047	SYN930	1.370	MS-301	0.902
P3201	2.514	ASH-1141	1.966	AG643	1.338	P3097	0.822
AGMA0717Y	2.514	BG5354W	1.885	EXP002A	1.305	AG640	0.790
TG9545Y	2.433	AG614	1.821	AIS-M717	1.241	EXP001B	0.628
Espartaco	2.401	BIS-10	1.821	AIS-M712	1.160	SC2	0.500
DAS2370	2.321	SYN904	1.789	XR35	1.112	AIS-M711	0.338

Tomando en cuenta el potencial mínimo esperado de los híbridos evaluados, 14 t ha^{-1}, el promedio de las diferencias entre el rendimiento esperado y el obtenido, 5.416 t ha^{-1}, multiplicado por el precio medio rural, $3,821.77,corresponde a la pérdida de producción por hectárea, $20,697, que, de acuerdo a los coeficientes de correlación calculados en la evaluación de los materiales (Cuadro 2), se puede atribuir en gran parte a la presencia de *Fusarium*.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación y significación estadística entre el rendimiento de grano y características de sanidad de planta y de mazorca.

	FUS	MPOD
REND	-0.90**	-0.82**
FUS		0.67**

REND= Rendimiento de grano; MPOD= Porcentaje de mazorcas con pudriciones y FUS= Porcentaje de plantas con *Fusarium* spp. ** Significativo al 0.01 de probabilidad.
Fuente: Evaluación de híbridos de maíz para grano en Aguascalientes 2017, INIFAP.

CONCLUSIONES

Los bajos rendimientos productivos del cultivo de maíz para grano con cintilla en Aguascalientes se derivan, en gran medida, de la presencia de*Fusarium*por lo que es importante para el productor seleccionar una semilla híbrida con alta resistencia a las enfermedades causadas por este hongo.

El cultivo de maíz para grano con riego por cintilla constituye una opción económicamente viable para los productores de Aguascalientes, siempre y cuando seleccionen una semilla adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

BANXICO (Banco de México), 2018. Sistema de Información Económica. Tasas de interés interbancarias. http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=18&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF111&locale=es

Figueroa-Rivera, M. G., Rodríguez-Guerra, R., Guerrero-Aguilar, B. Z., González-Chavira, M. M., Pons-Hernández, J. L., Jiménez-Bremont, J. F., Ramírez-Pimentel, J. G., Andrio-Enriquez, E., Mendoza-Elos, M. (2010). Caracterización de Especies de *Fusarium* Asociadas a la Pudrición de Raíz de Maíz en Guanajuato, México. Revista Mexicana de Fitopatología 28: 124-132. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-33092010000200005&script=sci_arttext&tlng=en

Hernández, D. S., Reyes, L. A., García, O. G. J., Mayek, P.N., Reyes, M. C. A. (2007). Incidencia de hongos potencialmente toxígenos de maíz (Zea mays L.) Almacenado y Cultivado en el Norte de Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Fitopatología 25:127–133. http://www.redalyc.org/html/612/61225206/

INIFAP, 2017. Agenda Técnica Agrícola de Aguascalientes. Pp 18-23.

Peña R.A., Santana O.I., Ruiz A.O. 2015. Informe: Evaluación de híbridos de maíz para grano en Aguascalientes 2014. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. 11 p.

Peña R.A. y Briones R.D. 2018. Informe: Evaluación de híbridos de maíz para grano en Aguascalientes 2017. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. 13 p.

SFA (Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios)-SAGARPA. 2011. Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020. México,51p.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Anuario estadístico de la producción agrícola 2015. Disponible en www.siap.gob.mx.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Anuario estadístico de la producción agrícola 2017. Disponible en www.siap.gob.mx.

INFESTACIONES Y DAÑOS DE INSECTOS PLAGA EN ALGODONERO NO Bt Y Bt EN LA COMARCA LAGUNERA

Urbano Nava-Camberos[1,2], Verónica Ávila-Rodríguez[2], José Luis García-Hernández[1], Jorge Maltos-Buendía[3]

[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.
[3]Campo Experimental La Laguna, INIFAP, Matamoros, Coah. maltos.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México el inicio de la siembra de algodón GM fue en 1996 con 896 ha establecidas en el sur de Tamaulipas de una superficie nacional de 314,768 ha, por lo que el algodón GM constituyó menos del 1%. A partir de este año la adopción del algodón GM en México ha sido rápida de tal manera que en el 2000 y 2010 representaba el 33 y 74% de la superficie total sembrada, respectivamente (Nava *et al*. 2001. En el 2016 se establecieron 104,374 ha de algodonero en México, de las cuales alrededor del 90% fueron de algodón GM. Los estados productores de algodón fueron Chihuahua (72,923 ha, 70%), Coahuila (12,691 ha, 12%), Baja California (10,897 ha, 10%), Tamaulipas (3,197 ha, 3%), Sonora (2,822 ha, 3%) y Durango (1,845 ha, 2%) (SIAP 2017).

El inicio de la siembra de algodonero GM en la Comarca Lagunera fue en el ciclo P-V 1997 con 3,440 ha de algodonero con resistencia a insectos (algodón Bt con el gen Bollgard) de un total de 19,273 ha, lo que representó un 18% de algodón GM. El gene Bollgard expresa en las partes vegetativas y fructíferas, principalmente, de las plantas de algodón transgénico la endotoxina cry1ac del *B. thuringiensis*, la cual es altamente tóxica para el gusano rosado, *Pectinophoragossypiella* (Saunders) y gusano tabacalero, *Heliothisvirescens* (Fabricius), moderadamente tóxica para el gusano bellotero, *Helicoverpazea* (Boddie) y gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner) y no tóxica para el picudo del algodonero, *Anthonomusgrandis* (Boheman), conchuela, *Chlorochroaligata* (Say) y mosquita blanca, *Bemisiatabaci*Genn., *biotipo* B (= B. *argentifolii*Bellows&Perring) (Nava *et al*. 2001; Ramírez y Nava, 2000).

El proceso de adopción del algodonero GM fue rápido, ya que en el tercer año (1999) comprendió el 84% (5,114 ha) de la superficie establecida en la región (6,100 ha). En el período comprendido del 2000 al 2009 la proporción de algodonero GM varió del 78 al 84%. En el 2004 se introdujo el algodón Bollgard I Solución Faena, el cual contenía la resistencia al herbicida glifosato (Faena), además de la resistencia a insectos, y en el 2008 se inició la siembra del Bollgard II Solución Faena Flex o algodón triple gen, el cual expresa las toxinas cry1Ac y cry2Ab que conjuntamente confieren resistencia a gusano rosado, gusano tabacalero, gusano bellotero

y gusano soldado; así como resistencia al herbicida glifosato mediante la expresión de la proteína CP4 EPSPS de *Agrobacterium*sp. cepa Cp4 (Alejandro Esparza, representante de Monsanto en la Comarca Lagunera, comunicación personal). A partir del 2010 el algodón GM representa del 94 al 98% de la superficie total establecida. En el ciclo agrícola P-V 2010 se redujo drásticamente el rendimiento de algodón (4.3 pacas/ha) debido a daños severos por la viruela del algodonero, *Pucciniacacabata*. En el ciclo agrícola P-V 2016 se sembraron 11,321 ha de algodonero en la región, de las cuales alrededor del 90% fueron de algodonero transgénico.

El objetivo del presente estudio fue determinar y comparar los niveles de infestación y de daño de las principales plagas del algodonero convencional (no Bt) y transgénico (Bt) en las zonas productoras del cultivo de la Comarca Lagunera (Durango y Coahuila).

MATERIALES Y MÉTODOS

Predios de algodón muestreados. El presente estudio se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano 2016 en los estados productores de algodón de Durango y Coahuila (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ubicación y características de los predios de algodonero evaluados.

Localidad	Características
Ej. Horizonte, mpio. deTlahualilo, Dgo.	No Bt: var. FM 989, superficie 2 ha, siembra 18 abril, 10 aplicaciones de insecticidas. Bt: var. FM 1740, superficie 10 ha, siembra 18 abril, 10 aplicaciones de insecticidas.
Ej. Rosas, mpio. deTlahualio, Dgo.	No Bt: var. DP 167 y DP 1441, superficie 7.5 ha, siembra 10 abril, 10 aplicaciones de insecticidas. Bt: var. DP 912, superficie 7.5 ha, siembra 10 abril, 7 aplicaciones de insecticidas.
P. P. La Esperanza, mpio. de San Pedro, Coah.	No Bt: var. DP 167, superficie 8 ha, siembra 15 abril, 15 aplicaciones de insecticidas. Bt: var. FM 1740, superficie 17.5 ha, siembra 15 abril, 13 aplicaciones de insecticidas.
P. P. San Patricio, mpio. de San Pedro, Coah.	No Bt: var. DP 167, superficie 16.5 ha, siembra 2-3 abril, 10 aplicaciones de insecticidas. Bt: var. FM 1740, superficie 12.7 ha, siembra 2-3 abril, 7 aplicaciones de insecticidas.

Muestreo de infestaciones y daños de insectos plaga. Se efectuaron cuatro muestreos de infestaciones y daños de insectos a lo largo del ciclo de desarrollo del cultivo. En cada tipo de algodonero (no Bt y Bt) se tomaron cinco sitios de muestreo y se siguió el siguiente procedimiento:

- **Poblaciones de insectos plaga**. Se inspeccionaron visualmente 100 terminales por predio para evaluar las poblaciones de huevecillos y larvas de gusano bellotero y gusano Soldado. También se inspeccionaron 100 hojas de la parte superior de las plantas (5ª hoja) por predio para determinar las densidades de adultos de mosca blanca. Adicionalmente se contabilizaron las larvas de gusano bellotero, gusano soldado y gusano rosado en 100 cuadros chicos, cuadros grandes, flores, bellotas chicas y bellotas grandes por predio (total 500 fructificaciones).
- **Daños de plagas a fructificaciones**. Para determinar las cantidades y porcentajes de fructificaciones dañadas por gusano bellotero, gusano soldado, gusano rosado, picudo y conchuela se muestrearon 100 cuadros chicos, cuadros grandes, bellotas chicas y bellotas grandes por predio (total 400 fructificaciones).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Infestaciones y daños por el gusano bellotero. En predios comerciales de algodonero durante el ciclo agrícola 2016 las poblaciones de huevecillos y larvas de gusano bellotero en terminales se redujeron en 90 y 100%, respectivamente; en tanto que las poblaciones de larvas se redujeron en un 70% en algodón Bt (Cuadro 2). Los daños causados por el gusano bellotero conjuntamente con el gusano soldado a las fructificaciones se redujeron en un 84% en el algodón Bt (Cuadro 3).

Cuadro 2. Número de huevecillos y larvas de gusano bellotero en 100 terminales y 100 fructificaciones en predios comerciales de algodón no Bt y Bt en el 2016 en la Comarca Lagunera.

Tipo de algodón	Fecha de muestreo	Terminales		Larvas en fructificaciones			
		Huevecillos	Larvas	Cuadros	Flores	Bellotas	Total
No Bt	30 jun-4 jul	3.75	0.25	1.25	1.00	3.00	5.25
	18-22 julio	1.00	0.50	1.25	1.25	0.50	3.00
	04-08 ago	0.25	1.00	0.25	0.50	0.25	1.00
	25-27 ago	0.00	0.50	0.50	0.25	0.00	0.75
	Promedio	1.25	0.56	0.81	0.75	0.94	2.50
Bt	30 jun-4 jul	0	0	0	0.75	0	0.75
	18-22 julio	0.5	0	0.25	0	1	1.25

04-08 ago	0	0	0	0.75	0	0.75
25-27 ago	0	0	0	0.25	0	0.25
Promedio	0.13	0.00	0.06	0.44	0.25	0.75
Reducción (%)	90.0	100.0	92.3	41.7	73.3	70.0

Cuadro 3. Porcentajes de fructificaciones dañadas por gusano bellotero y gusano soldado en predios comerciales de algodón no Bt y Bt en el 2016 en la Comarca Lagunera.

Tipo de algodón	Fecha de muestreo	Tipo de fructificaciones		
		Cuadros	Bellotas	Total
No Bt	30 jun-4 jul	6.5	3.4	5.0
	18-22 julio	7.1	2.5	5.1
	04-08 ago	4.8	2.3	3.5
	25-27 ago	4.1	3.1	3.6
	Promedio	5.61	2.81	4.29
Bt	30 jun-4 jul	1.0	0.0	0.5
	18-22 julio	0.4	0.6	0.5
	04-08 ago	0.5	0.6	0.6
	25-27 ago	1.6	0.8	1.2
	Promedio	0.88	0.50	0.69
	Reducción (%)	84.4	82.2	84.0

Infestaciones y daños por el gusano soldado. En predios comerciales de algodonero las poblaciones de larvas de gusano soldado en terminales y fructificaciones se redujeron en 98% y 91%, respectivamente, en algodón Bt (Cuadro 4). Los daños causados por el gusano soldado conjuntamente con el gusano bellotero a las fructificaciones se redujeron en un 84% en el algodón Bt (Cuadro 3).

Cuadro 4. Número de larvas de gusano soldado en 100 terminales y 100 fructificaciones en predios comerciales de algodón no Bt y Bt en el 2016 en la Comarca Lagunera.

Tipo de algodón	Fecha de muestreo	Larvas en terminales	Larvas en fructificaciones			
			Cuadros	Flores	Bellotas	Total
No Bt	30 jun-4 jul	5.25	3.00	4.50	0.00	7.50
	18-22 julio	19.75	6.50	6.75	2.25	15.50
	04-08 ago	12.50	4.75	5.50	2.75	13.00

	25-27 ago	4.75	0.25	3.75	0.00	4.00
	Promedio	10.56	3.63	5.13	1.25	10.00
Bt	30 jun-4 jul	0.25	0.50	0.50	0.00	1.00
	18-22 julio	0.00	0.25	0.00	0.50	0.75
	04-08 ago	0.50	0.50	0.75	0.25	1.50
	25-27 ago	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25
	Promedio	0.19	0.38	0.31	0.19	0.88
	Reducción (%)	98.2	89.7	93.9	85.0	91.3

Daños por el gusano rosado. Esta plaga no se detectó en ninguno de los predios de algodonero muestreados (Cuadro 5).

Daños por la conchuela del algodonero. Los daños por la conchuela en bellotas fueron mayores en algodón Bt que en algodón no Bt, lo cual pudo deberse al menor número de aplicaciones realizadas en el algodón Bt (dos aplicaciones menos, en promedio) (Cuadro 5).

Daños por el picudo del algodonero. Los daños por picudo en bellotas fueron muy bajos y similares en ambos tipos de algodón (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentajes de bellotas dañadas por gusano rosado, conchuela y picudo en predios comerciales de algodón no Bt y Bt en el 2016 en la Comarca Lagunera.

Tipo de algodón	Fecha de muestreo	G. rosado	Conchuela	Picudo
No Bt	30 jun-4 julio	0.0	0.0	0.0
	18-22 julio	0.0	5.5	0.0
	04-08 agosto	0.0	2.5	0.0
	25-27 agosto	0.0	5.0	1.0
	Promedio	0.0	3.25	0.25
Bt	30 jun-4 julio	0.0	0.0	0.0
	18-22 julio	0.0	9.5	0.0
	04-08 agosto	0.0	11.5	0.0
	25-27 agosto	0.0	9.5	1.0
	Promedio	0.0	7.63	0.25

Infestaciones de mosca blanca. En predios comerciales de algodón las poblaciones de mosquitas blancas fueron ligeramente mayores en algodón Bt que en algodón no Bt (Figura 1),

lo cual se debió a la característica de mayor pubescencia de las hojas de la variedad Fibermax 1740 de algodón Bt que resulta más atractiva para la plaga.

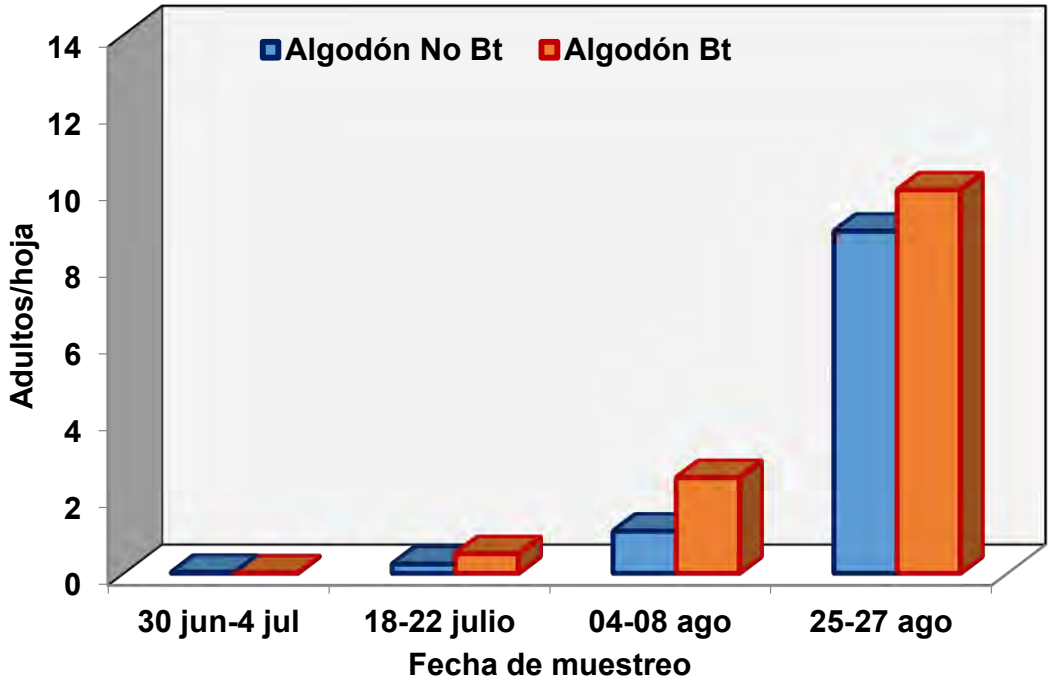


Figura 1. Densidades de mosquita blanca, *Bemisiatabaci*, en predios comerciales de algodón no Bt y Bt, durante el 2016, en la Comarca Lagunera.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos de los muestreos de niveles de infestación y daños de las principales especies de insectos plaga se puede concluir lo siguiente: las infestaciones de huevecillos y larvas de gusano bellotero fueron altas. La reducción de las poblaciones de huevecillos del gusano bellotero fue del 90% y de larvas del 70 al 100% en algodonero Bt.Las poblaciones de gusano soldado fueron altas, observándose una reducción del 91 a 98% en algodonero Bt. Los daños causados por gusano bellotero y gusano soldado conjuntamente se redujeron en 84% en algodonero Bt.El gusano rosado no se detectó en ninguno de lospredios de algodonero estudiados.El picudo presentó daños bajos y similares en ambos tipos de algodonero (0.25%).La mosca blanca presentó poblaciones medias, las cuales tendieron a ser ligeramente mayores en algodonero Bt, debido a la mayor pubescencia de la variedad FM 1740.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Intersecretarialde Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologíapor el apoyo financiero del presente estudio a través del proyecto ―Comparación del sistema de producción de algodón (G*ossypiumhirsutum*), transgénico y convencional, en los siete estados productores de México", con clave 259410.

BIBLIOGRAFÍA

Nava C., U., M. Ramírez D. y J. L. Martínez C. 2001. Manejo integrado de plagas del algodonero convencional y transgénico, p. 51-92. En: D. Teliz (ed.), El Manejo Integrado de Plagas. Simposio. Congreso Anual Sociedad Mexicana de Entomología (XXXVI) y Sociedad Mexicana de Fitopatología (XXVIII). Querétaro, México.

Ramírez D., M. y U. Nava C. 2000. Plagas insectiles asociadas al cultivo del algodonero. Memorias del III Curso Regional de Aprobación y Actualización en Control de Plagas del Algodonero. UAAAN-UL, Torreón, Coah., México. p. 154-167.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Obtenido de: http://www.siap.sagarpa.gob.mx(abril 2017).

INCIDENCIA Y NIVEL DE DAÑO DEL GUSANO BARRENADOR DEL RUEZNO DEL NOGAL EN LA COMARCA LAGUNERA, CICLOS 2017- 2018

Jorge Maltos-Buendía[1], Urbano Nava-Camberos[2,3], Verónica Ávila-Rodríguez[3]y Enrique Hernández-Leal[1]

[1]Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias,e-mail: maltos.jorge@inifap.gob.mx.[2]Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango.[3]Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango.

INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero es uno de los cultivos de frutales más importantes en la comarca Lagunera, ocupa una superficie de 9,957 has, de las cuales 8,023 se encuentran en producción. En 2017, la producción de nuez fue de 9,892 ton, con un rendimiento promedio de producción de 1.23 ton/ha (SIAP, 2017). Uno de los factores limitantes en la producción de nuez lo constituyen el complejo de plagas, entre las que se encuentran el gusano barrenador de la nuez *Acrobasisnuxvorella*Neunzin, gusano barrenador del ruezno(GBR) *Cydiacaryana*Fitch, el complejo de pulgones formado por el pulgón amarillo del nogal *Monelliopsispecanis*Bissell, el pulgón amarillo de alas con márgenes negros *Monelliacaryella*Fitch y el pulgón negro *Mellanocalliscaryaefoliae* Davis. También se consideran importantes el salivazo *Clastopteraachatina*Germar(Aguilar, 2007), El complejo de chinches manchadoras de la almendra, entre las que se encuentran la chinche verde *Nezaraviridula*Linnaeus, la chinche café *Euchistusservus*Say, la chinche de patas laminadas*Leptoglossusphyllopus*Linnaeus. (Nava y Ramírez, 2002).

El GBR es una plaga importante, tanto en México como en Estados Unidos, ya que se presenta a mediados y al final de la temporada, las larvas se alimentan del ruezno, interrumpiendo el flujo de agua y nutrientes para el desarrollo adecuado de la almendra. Las nueces dañadas se manchan, maduran más tarde y son de menor calidad (Texas A&M University, 2018).

En la Comarca Lagunera, se considera alGBR como una de las plagas principales que afectan a este cultivo ya que en estudios realizados se ha determinado que ocasionan una reducción de hasta el 13.4% de almendra (Maltos, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante los ciclos agrícolas 2017 y 2018 en huertas de nogal en producción localizadas en la comarca lagunera de Coahuila y Durango (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación de huertas de nogal en la Comarca Lagunera.

Nombre	Superficie	Localidad
El Refugio	70 ha	Lerdo, Dgo.
Natura Nazas	22 ha	Lerdo, Dgo.
La Cántabra	24 ha	Gómez Palacio, Dgo.
Las Mercedes	70 ha	San Pedro, Coah.
Amapolas 1	40 ha	Torreón, Coah.
Amapolas 2	40 ha	Torreón, Coah.

Para el monitoreo del gusano barrenador del ruezno (GBR) se colocaron trampas del tipo delta con feromona de atracción sexual en el mes de julio, realizando el cambio a los 30 días. La revisión de las trampasse realizó de manera semanal, registrando las capturas en las trampas y retirando los adultos capturados en la semana. El muestreo directo consistió en revisar cada semana 100 nueces por huerta, removiendo la corteza de las nueces con una navaja para detectar la presencia de larvas, pupas o daños por el GBR en el interior del ruezno,iniciando a principios de julio y finalizando a finales de septiembre cuando inicia la apertura del ruezno. Se consideró nuez dañada aquellas donde se detectó la presencia de larvas, pupas o galerías en el ruezno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la gráfica del monitoreo con trampas y feromona sexual del ciclo 2017 (Figura 1), se observan dos picos poblacionales importantes; el primero ocurre de principios hasta mediados de julio, el segundo pico y mas importante ocurre desde principios de agosto hasta mediados de septiembre, el cual, coincide con el periodo del endurecimiento de la cáscara de la nuez y se le conoce como periodo susceptible de daño. La localidad que registró el nivel de población más alto de palomillas capturadas en las trampas fue Amapolas 1, le siguen las huertas que presentaron poblaciones por arriba del umbral de acción de 5 adultos/trampa/noche (Maltos, 2004) Amapolas 1, El Refugio yLa Cantabra, mientras que Amapolas 2 y Las Mercedes registraron capturas muy cercanas al umbral de acción; mientras que la localidad que registró la menor cantidad de palomillas capturadas en las trampas fuéNatura Nazas, la cual fluctuó de 0 a 0.1 palomillas por trampa por noche.

En la Figura 2 se observa el nivel de daño en cada una de las localidades ocasionado por el GBR durante el ciclo 2017, el cual se presentó a partir de la segunda semana de agosto, lo que coincide con Nava y Gutiérrez (2009), quienes mencionan que el periodo más importante

para proteger la nuez del daño por GBR es durante el mes de agosto. La localidad que presentó el mayor porcentaje de nueces dañadas por el gusano barrenador del ruezno fue Amapolas 1 con 26%; En el resto de las localidades el nivel de daño que se presentó durante el ciclo 2017 fue bajo, ya que todas mantuvieron un nivel de daño alrededor del 5% de infestación o menor. También se observa que aproximadamente 8 días después de que ocurre el pico poblacional en las trampas, se incrementa el nivel de daño en las nueces.

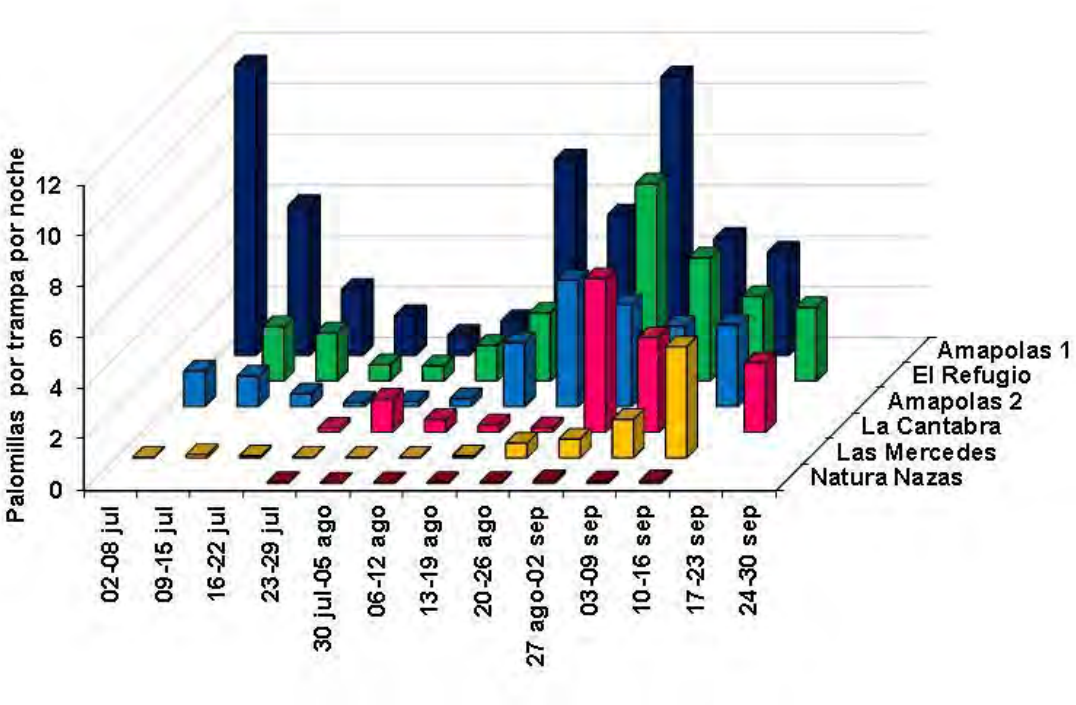


Figura 1. Fluctuación poblacional del GBR en trampas de feromonas,durante el ciclo P-V 2017.

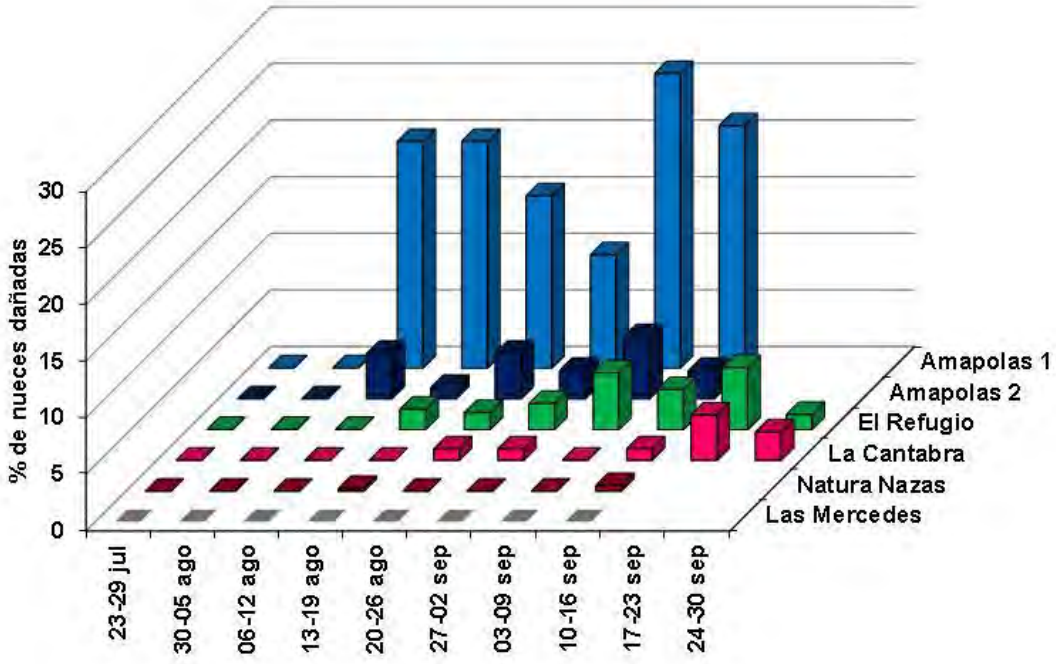


Figura 2. Porcentaje de nueces dañadas por el GBR durante el ciclo P-V 2017.

En la Figura 3 se observa el nivel de población de adultos capturados en las trampas con feromona sexual durante el ciclo P-V 2018, la localidad El Refugio presenta el nivel de población más alto, alcanzando el umbral de acción de 5 palomillas por trampa por noche, en la cual fue necesario realizar acciones de control contra esta plaga. El resto de las localidades no ha rebasado dicho umbral de acción, manteniéndose en niveles de capturas por debajo de 2 palomillas por trampa por noche por lo que no se han realizado acciones de control.

En la Figura 4 se muestran los niveles de daños durante el ciclo P-V 2018; la localidad con el mayor porcentaje de daño es La Cántabra con un 3%, seguido por la localidad El Refugio con 1% de nueces infestadas. En el resto de las localidades no se han detectado nueces con daño por el GBR.

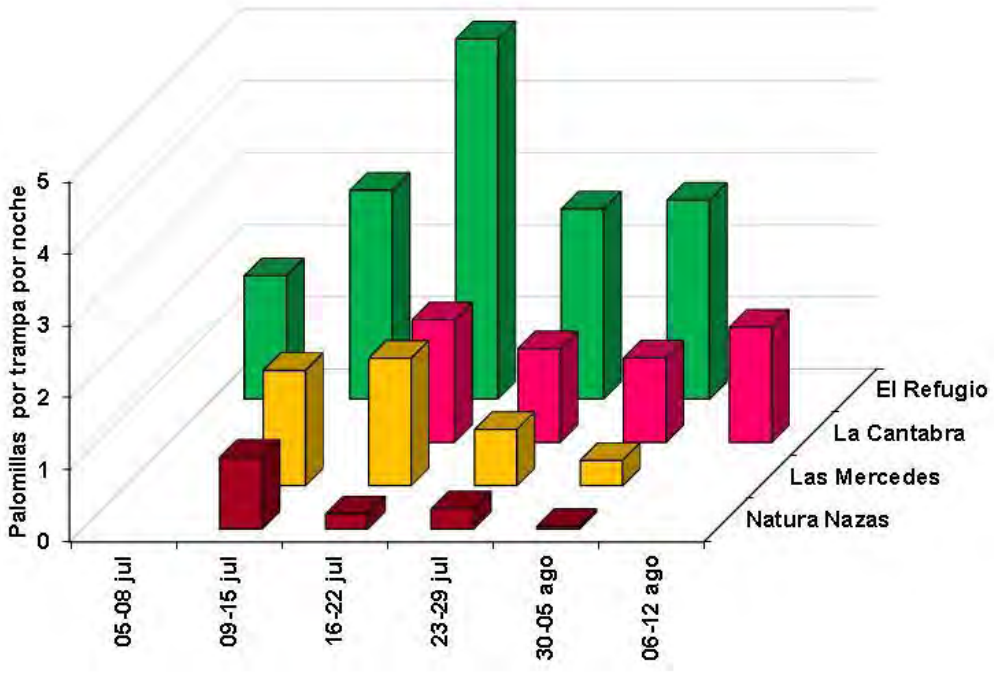


Figura 3. Fluctuación poblacional del GBR en trampas de feromonas, durante el ciclo P-V 2018.

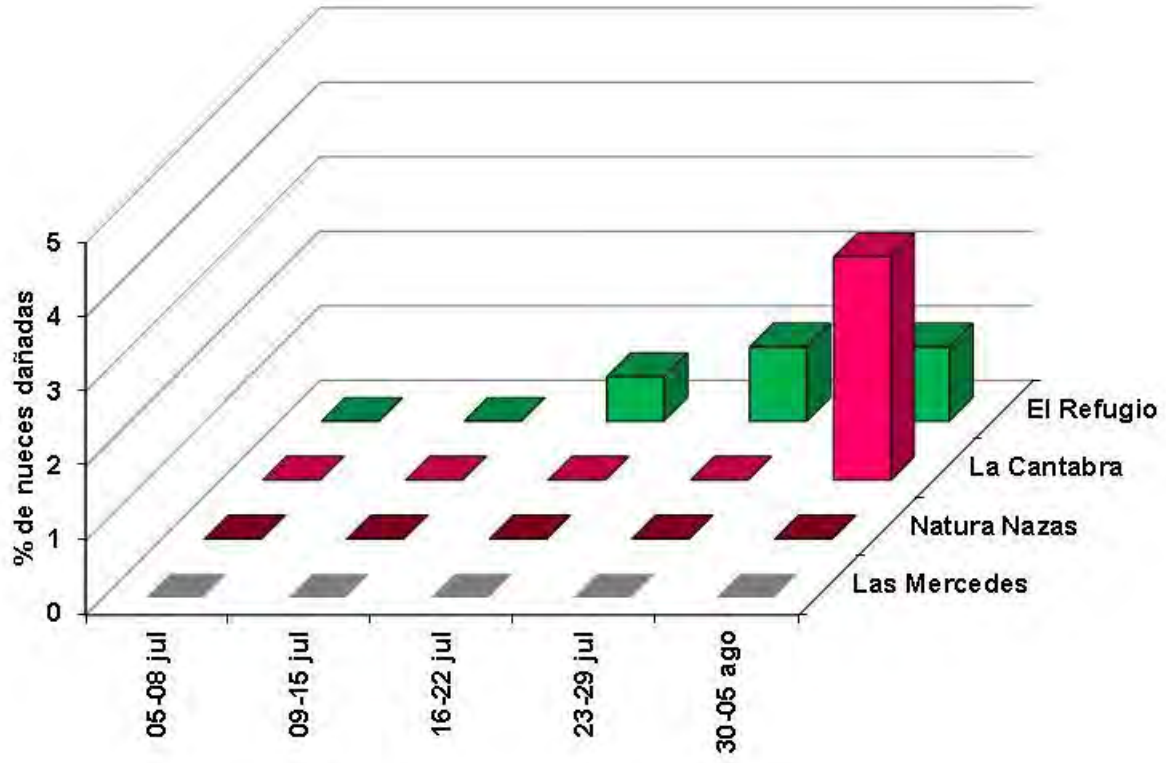


Figura 4. Porcentaje de nueces dañadas por el GBR, durante en el ciclo P-V 2018.

En el Cuadro 2 se muestran las aplicaciones de insecticidas realizadas contra las principales plagas del nogal durante los ciclos 2017 y 2018. Se utilizaron productos no convencionales para el control del GBR, los cuales se busca que no afecten a la fauna benéfica presente en las huertas de nogal.

De acuerdo a la información presentada en el Cuadro 2, fue necesario realizar de 1 a 2 aplicaciones para el control delgusano barrenador del ruezno, excepto en la huerta Natura Nazas cuyo nivel de incidencia fue tan bajo que no requirió ninguna aplicación.

Cuadro 2. Aplicación de insecticidas contra el GBR durante los ciclos P-V 2017 y 2018.

Huerta	2017	2018
El Refugio	0	Proclaim (1) Ampligo (1)
La Cantabra	Ampligo (2)	Intrepid(1)
Las Mercedes	Intrepid (1)	0
Natura Nazas	0	0
Amapolas 1	Muralla Max (1)	ND
Amapolas 2	Muralla Max (1)	ND

Notas: valores entre paréntesis corresponden al número de aplicaciones de insecticidas. ND = información no disponible.

CONCLUSIONES

Durante el ciclo P-V 2017, se observan dos picos poblacionales en las capturas registradas en las trampas con feromona sexual, uno a principios del mes de julio y otro a finales de agosto – principios de septiembre. La mayoría de las localidades rebasaron el umbral de acción de 5 palomillas por trampa por noche. El daño en las nueces se observó a principios de agosto en el ciclo P-V 2017, mientras que en el ciclo P-V 2018 se empezó a detectar desde finales del mes de julio.

De acuerdo con los resultados, en las localidades donde se utilizaron productos específicos para el control de larvas de lepidópteros, el porcentaje de daño en las nueces fue muy bajo (alrededor del 5% o menor) en comparación con las localidades donde se utilizó un producto de amplio espectro de acción donde se registró el porcentaje de infestación más alto (26%).

En la mayoría de las localidades se han requerido de 1 a 2 aplicaciones de insecticida para el control del gusano barrenador del ruezno, excepto en las localidades El Refugio y Natura Nazas en el ciclo P-V 2017, mientras que en el presente ciclo, en las localidades de La

Cantabra y El Refugiose han realizado 1 y 2 aplicaciones para el control del GBR respectivamente. A la fecha, en las localidades de Las Mercedes y Natura Nazas se han registrado poblaciones muy bajas del gusano barrenador del ruezno en las trampas de feromona sexual, por lo que no se han realizado acciones para su control.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Pérez, J.H. 2007. Principales plagas del nogal en el estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Sitio Experimental Zaragoza. Folleto Técnico Núm. 14. Zaragoza, Coah,México.

Maltos B.J. 2004. Fluctuación poblacional del gusano barrenador del ruezno *Cydiacaryana*Fitch, estimación de umbrales de acción y efectividad de insecticidas no convencionales. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Estado de México. Pp.26,33.

Nava C. U. y M. Ramírez D. 2002. Manejo Integrado de plagas del nogal, in: Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Arreola A.J. e I. Reyes J. (Eds). Libro Técnico No. 3. Campo Experimental La Laguna, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coahuila. México. Pp. 145-176.

Nava C. U., y A. Gutiérrez A. 2009.Periodos de control del barrenador del ruezno (*Cydiacaryana*) en la Comarca Lagunera. In: Memorias. XXI Semana Internacional de Agronomía. Zúñiga T.R., Vázquez V.C., Silos C. M.C., Fortis H.M. Orona C. I. y Salazar S.E. (Eds). Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. División de Estudios de Posgrado. Venecia, Durango. Máxico. P.576.

Texas A&M University. Hickory shuckworm.Pests in Pecan Nuts_Pecan kernel.https://pecankernel.tamu.edu/pecan-insect.../pests-in-pecan-nuts/

FENOLOGÍA, DESARROLLO VEGETATIVO Y FRUCTIFERO DE VARIEDADES DE ALGODONERO CONVENCIONAL Y TRANSGÉNICO

Clara Valente-Joachin[1], José Luis García-Hernández[1], Urbano Nava-Camberos[1,2], Verónica Ávila-Rodríguez[2]yGuillermo 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

El algodón es un cultivo altamente social y generador de mano de obra directa e indirecta ya que se producen una serie de subproductos a partir de su estado original como es el algodón en hueso. De éste se extraen en promedio un 35 % de algodón pluma para fabricar telas e hilados, 54% de semilla para siembra y extracción de aceites comestibles e industriales, así como otros subproductos para la industria ganadera en sus diferentes formas(Retes *et al.* 2015).

En México el inicio de la siembra de algodón GM fue en 1996 con 896 ha establecidas en el sur de Tamaulipas de una superficie nacional de 314,768 ha, por lo que el algodón GM constituyó menos del 1%. A partir de este año la adopción del algodón GM en México ha sido rápida de tal manera que en el 2000 y 2010 representaba el 33 y 74% de la superficie total sembrada, respectivamente (Nava *et al.,* 2001. En el 2016 se establecieron 104,374 ha de algodonero en México, de las cuales alrededor del 90% fueron de algodón GM. Los estados productores de algodón fueron Chihuahua (72,923 ha, 70%), Coahuila (12,691 ha, 12%), Baja California (10,897 ha, 10%), Tamaulipas (3,197 ha, 3%), Sonora (2,822 ha, 3%) y Durango (1,845 ha, 2%) (SIAP 2017). El inicio de la siembra de algodonero GM en la Comarca Lagunera fue en el ciclo P-V 1997 con 3,440 ha de algodonero con resistencia a insectos (algodón Bt con el gen Bollgard) de un total de 19,273 ha, lo que representó un 18% de algodón GM. El gene Bollgard expresa en las partes vegetativas y fructíferas, principalmente, de las plantas de algodón transgénico la endotoxina cry1ac del *B. thuringiensis*, la cual es altamente tóxica para el gusano rosado, *Pectinophoragossypiella* (Saunders) y gusano tabacalero, *Heliothisvirescens* (Fabricius), moderadamente tóxica para el gusano bellotero, *Helicoverpazea* (Boddie) y gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hubner) y no tóxica para el picudo del algodonero, *Anthonomusgrandis* (Boheman), conchuela, *Chlorochroaligata* (Say) y mosquita blanca, *Bemisiatabaci*Genn., *biotipo* B (= B. *argentifolii*Bellows&Perring) (Nava *et al.,* 2001).

Los objetivos del presente estudio fueron determinar la fenología, desarrollo vegetativo y fructífero de variedades de algodonero convencional y transgénicoen la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente 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, y en el Campo Experimental La Laguna (CELALA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), situado en Matamoros, Coah.,durante el ciclo agrícola primavera-verano 2018.

Lasiembradel algodonero se llevó a cabo el 3 y 4 de mayo del 2018. La densidad de siembra fue de 10 plantas por m. Se aplicó el paquete tecnológico del cultivorecomendado por el CELALA para la región. Las variedades evaluadas fueron Fibermax 989 (convencional), Deltapine 1441 (transgénica con resistencia a glifosato), Deltapine 1321 (transgénica con resistencia a glifosato y lepidópteros), Fibermax 2334 (transgénica con resistencia a glifosato, glufosinato y lepidópteros).

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones. El área experimental ubicada en la FAZ-UJEDfuede seis surcos de 50 m de largo, con una distancia entre hileras de 76 cm y de 10 cm entre plantas, con un sistema de riego por goteo.El experimento establecido en elINIFAPfue de 12 surcos de 50 m de largo, con una distancia entre hileras de 76 cm y de 10 cm entre plantas, con un sistema de riego por gravedad.

Lasvariables de desarrollo vegetativo evaluadas fueron altura de planta y número de nudos por planta. Las variables de desarrollo fructífero evaluadas fueron número de cuadros (botones florales), flores, bellotas y capullos por planta. Se realizaron muestreos semanales para registrar las variables indicadas en 10 plantas por repetición en cada variedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología del algodonero.Las etapas fenológicas emergencia de plantas, primeras hojas verdaderas, inicio de producción de cuadros pequeños, inicio de producción de cuadros de un tercio de desarrollo (susceptibles a la oviposición por picudo del algodonero) y época de máxima producción de flores se presentaron en la misma fecha y días después de la siembra en todas las variedades de algodonero establecidas en el CELALA-INIFAP, bajo riego por gravedad. Por el contrario las etapas fenológicas inicio de producción de flores, bellotas y capullos, así como máxima producción de cuadros y bellotas variaron entre las variedades, ocurriendo de manera más tardía en la variedad FM 989, con riego por gravedad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Fenología de variedades de algodonero convencional y transgénico, bajo riego por gravedad, durante el 2018, CELALA-INIFAP, Matamoros, Coahuila.

Evento	FM 989		DP 1441		DP 1321		FM 2334	
	Fecha	dds	Fecha	dds	Fecha	dds	Fecha	Dds
Siembra	3 mayo	0	3 mayo	0	3 mayo	0	3 mayo	0
Emergencia	10 mayo	7	10 mayo	7	10 mayo	7	10 mayo	7
Primeras hojas verdaderas	15 mayo	12	15 mayo	12	15 mayo	12	15 mayo	12
Primeros cuadros	4 junio	32	4 junio	32	4 junio	32	4 junio	32
Primeros cuadros de 1/3 de desarrollo	17 junio	45	17 junio	45	17 junio	45	17 junio	45
Primeras flores	23 junio	51	21 junio	49	21 junio	49	21 junio	49
Primeras bellotas	26 junio	54	23 junio	51	23 junio	51	23 junio	51
Máxima producción de cuadros	5 julio	63	26 junio	54	26 junio	54	30 junio	58
Máxima producción de flores	14 julio	72	14 julio	72	14 julio	72	14 julio	72
Máxima producción de bellotas	24 julio	82	21 julio	79	21 julio	79	17 julio	75
Primeros capullos	10 ago.	99	9 ago.	98	9 ago.	98	6 ago.	95

El cultivo de algodonero bajo riego (FAZ-UJED), presentó la emergencia, primeros cuadros (pequeños y de un tercio de desarrollo) y flores en la misma fecha en todas las variedades. Las etapas de primeras bellotas y capullos, así como máxima producción de cuadros y flores variaron entre variedades, siendo FM 989 y FM 2334 las más tardías (Cuadro 2). Las variedades evaluadas en el presente estudio fueron mucho más precoces que las variedades convencionales (Deltapine 5415, Suregrow 125) y transgénicas (NuCOTTON 33B, NuCOTTON 33BII, Suregrow 125BII) evaluadas por Escobedo-Salas *et al*. (2004).

Cuadro 2. Fenología de variedades de algodonero convencional y transgénico, bajo riego por goteo, durante el 2018, FAZ-UJED, Venecia, Durango.

Evento	FM 989		DP 1441		DP 1321		FM 2334	
	Fecha	dds	Fecha	dds	Fecha	dds	Fecha	dds
Siembra	4 mayo	0	4 mayo	0	4 mayo	0	4 mayo	0
Emergencia	12 mayo	8	12 mayo	8	12 mayo	8	12 mayo	8
Primeras hojas verdaderas	18 mayo	14	18 mayo	14	18 mayo	14	18 mayo	14
Primeros cuadros	5 junio	32	5 junio	32	5 junio	32	5 junio	32
Primeros cuadros de	19 junio	46	19 junio	46	19 junio	46	19 junio	46

1/3 de desarrollo								
Primeras flores	25 junio	52	25 junio	52	25 junio	52	25 junio	52
Primeras bellotas	28 junio	55	26 junio	53	27 junio	54	28 junio	55
Máxima producción de flores	6 julio	63	29 junio	56	29 junio	56	6 julio	63
Máxima producción de cuadros	13 julio	70	9 julio	66	2 julio	59	6 julio	63
Máxima producción de bellotas	27 julio	84	27 julio	84	27 julio	84	27 julio	84
Primeros capullos	---	---	10 ago.	98	11 ago.	99	8 ago.	96

Desarrollo vegetativo del algodonero. En el desarrollo vegetativo en altura de plantas se muestra en la Figura 1. Las variedades evaluadas mostraron menor altura con riego por gravedad (Figura 1A) que con riego por goteo (Figura 1B), teniendo mayor altura la variedad convencional (FM 989), respecto a las variedades transgénicas (DP 1441, DP 1321 y FM 2334). En la Figura 2 se observa que el número de nudos por planta fue poco afectado por el sistema de riego, siendo las variedades convencional (FM 989) y no Bt (DP 1441) las que presentaron mayor desarrollo vegetativo.

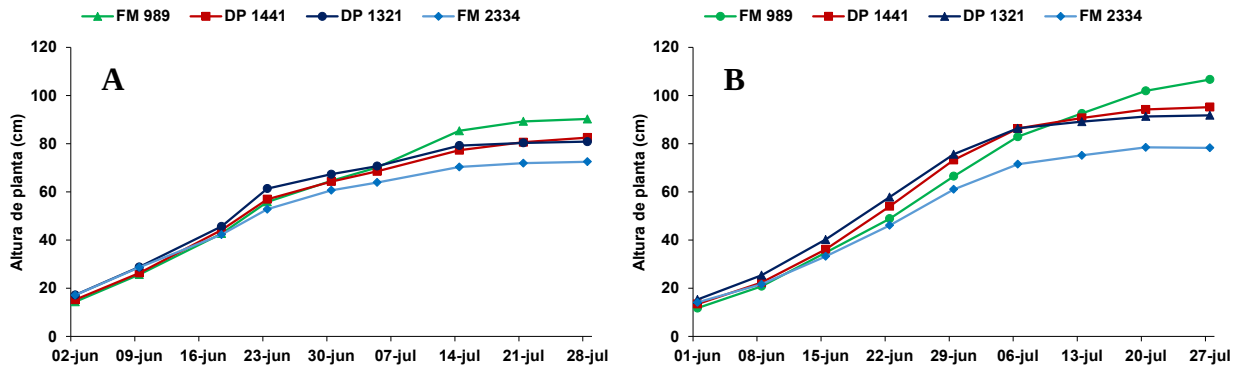


Figura 1. Altura de planta de variedades de algodonero convencional y transgénico, bajo riego por gravedad (A) y goteo (B).

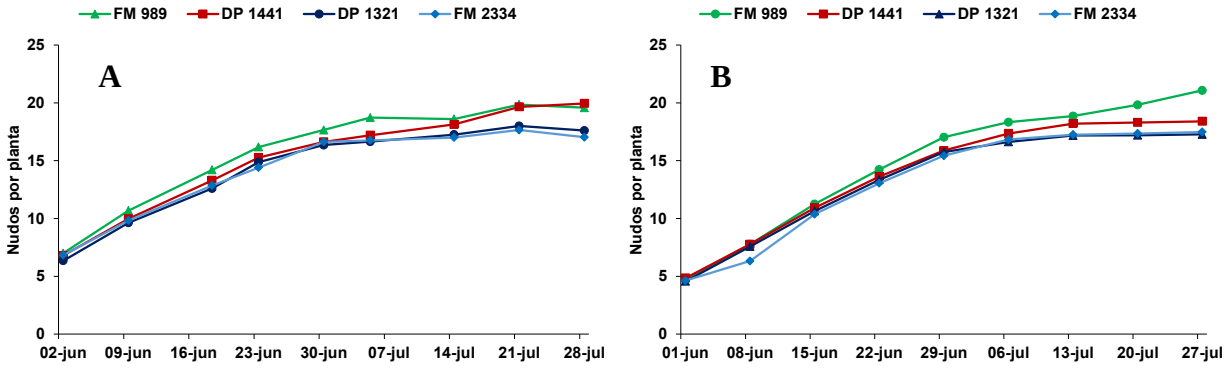


Figura 2. Número de nudos por planta de variedades de algodonero convencional y transgénico, bajo riego por gravedad (A) y goteo (B).

Desarrollo fructífero del algodonero. La capacidad de producción de fructificaciones del algodonero varió en función del sistema de riego y de la variedad. Bajo condiciones de riego por goteo (Figura 4), las variedades FM 989, DP 1441, DP 1321 y FM 2334 produjeron 44, 54, 14 y 80%, respectivamente, más fructificaciones que bajo riego por gravedad (Figura 3). La variedad convencional (FM 989) fue más productiva (57 a 67%) que las variedades transgénicas (DP 1441, DP 1321 y FM 2334), en ambos sistemas de riego.

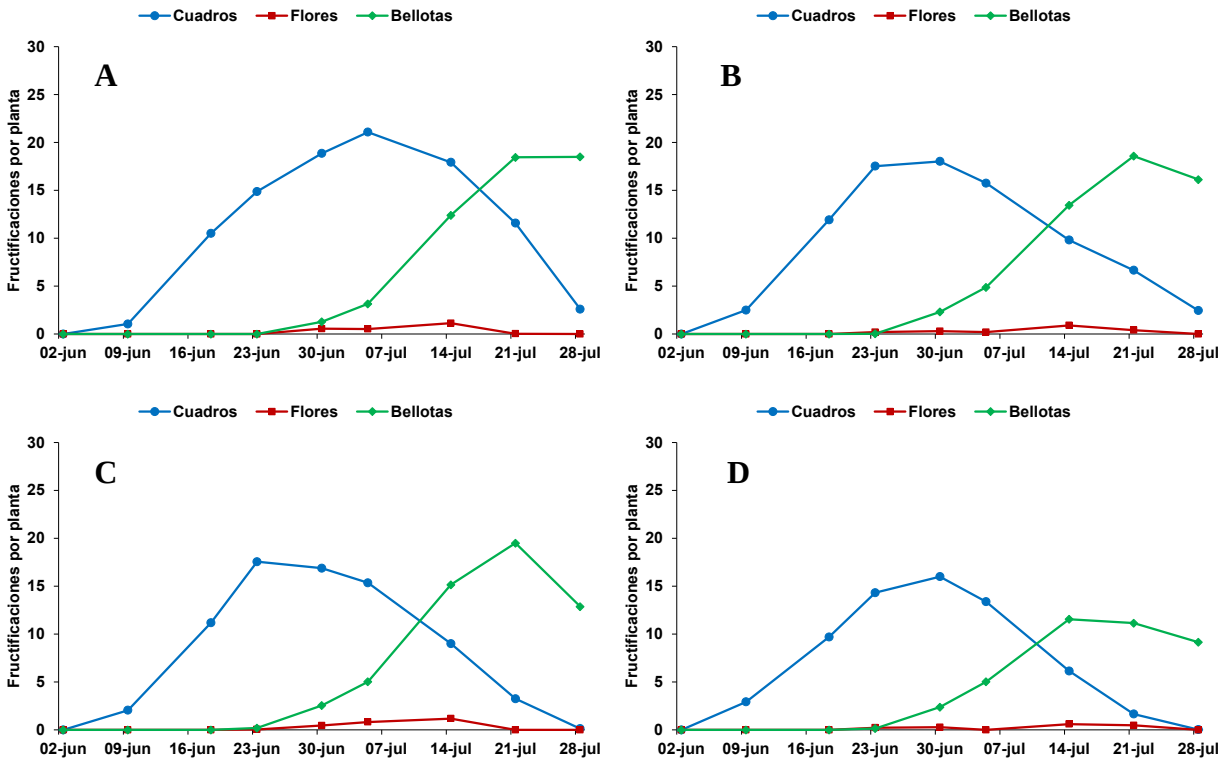


Figura 3. Dinámica de producción de fructificaciones por planta de las variedades de algodonero FM 989 (A), DP 1441 (B), DP 1321 (C) y FM 2334 (D), bajo riego por gravedad.

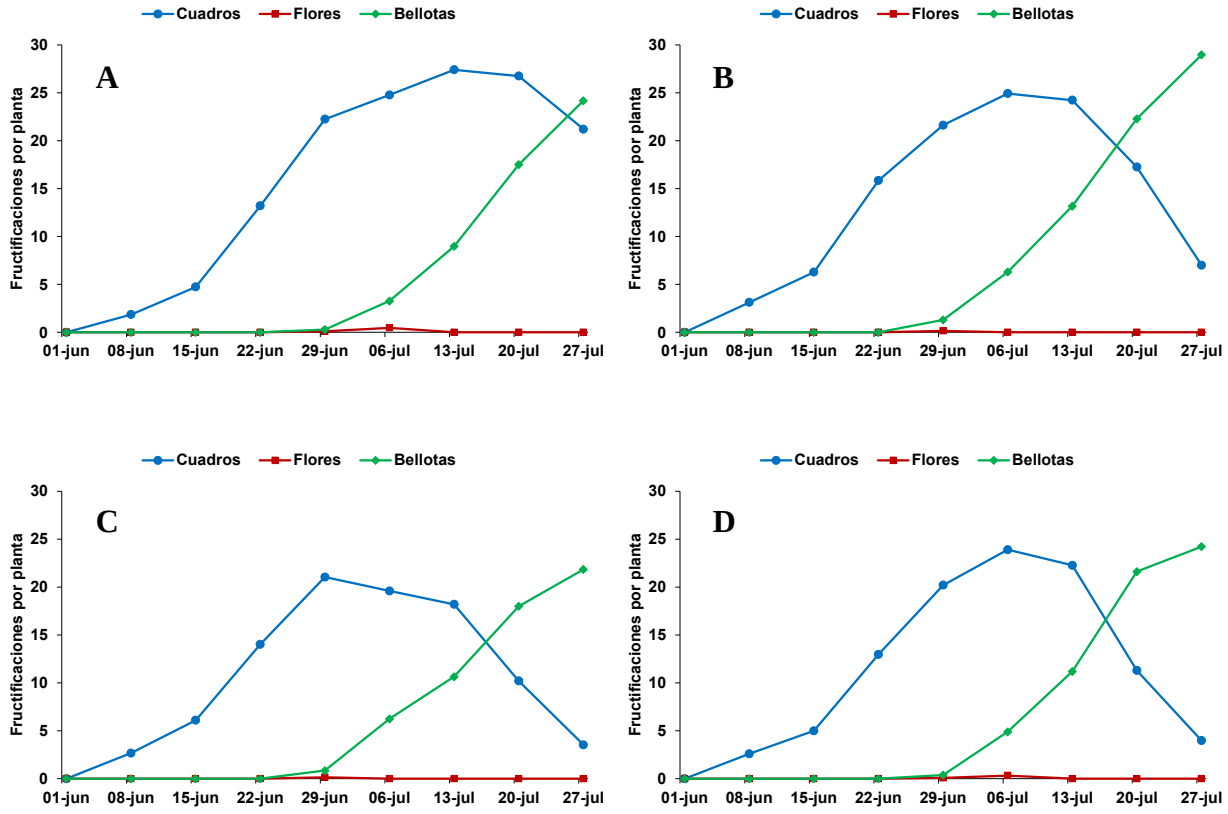


Figura 4. Dinámica de producción de fructificaciones por planta de las variedades de algodonero FM 989 (A), DP 1441 (B), DP 1321 (C) y FM 2334 (D), bajo riego por goteo.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se pueda concluir que la fenología, desarrollo vegetativo y fructífero del algodonero varió en función del sistema de riego y de la variedad. El cultivo de algodonero presentó mayor desarrollo vegetativo y fructífero bajo riego por goteo. La variedad convencional (FM 989) fue más tardía y presentó mayor capacidad de crecimiento vegetativo y fructífero que las variedades transgénicas en ambos sistemas de riego.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Intersecretarialde Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologíapor el apoyo financiero del presente estudio a través del proyecto ―Comparación del sistema de producción de algodón (G*ossypiumhirsutum*), transgénico y convencional, en los siete estados productores de México", con clave 259410.

BIBLIOGRAFIA

Retes, L. R, S. Moreno M., F. G., DenogeanB., M. Martín R. y F. Ibarra F.2015. Análisis de rentabilidad del cultivo de algodón en sonora. Revista Mexicana de Agronegocios36: 1156-1166.

Nava C., U., M. Ramírez D. y J. L. Martínez C. 2001. Manejo integrado de plagas del algodonero convencional y transgénico, p. 51-92. En: D. Teliz (ed.), El Manejo Integrado de Plagas. Simposio. Congreso Anual Sociedad Mexicana de Entomología (XXXVI) y Sociedad Mexicana de Fitopatología (XXVIII). Querétaro, México.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Obtenido de: http://www.siap.sagarpa.gob.mx(noviembre 2017).

Escobedo-Salas, M, U. Nava-Camberos, M. Ramírez-Delgado, J. H. Esparza-Martínez y M. Sepúlveda-Bojórquez. 2004. Fenología, rendimiento, calidad de fibra y efectividadpara el control de plagas de variedadestransgénicas de algodonero, en la Comarca Lagunera. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 3: 115-121.

EVALUACIÓN DE PARCELAS DE VALIDACIÓN EN TRIGOS CRISTALINOS CICLO 2010-11

José Luis Félix Fuentes, Ivon Alejandra Rosas Jáuregui, Guillermo Fuentes Dávila

Campo Experimental Norman E. Boralug, Km 12.5 Calle Norman E. Borlaug, Aptado Postal 155 Ciudad Obregón, Sonora. C.P. 85000 felix.joseluis@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

En México cuando se habla de trigo nos referimos al trigo harinero, sin embargo, en la parte norte del país se siembra más el trigo de tipo cristalino, llegando a sembrarse más de un tercio de la superficie a nivel nacional, con características sobresalientes. Es por ello que los programas de mejoramiento se centran en la búsqueda de materiales con alto potencial de rendimiento y calidad que demanda la industria. Como parte de estas evaluaciones es necesario conocer el comportamiento de estos materiales en las condiciones reales a las que se enfrentan los agricultores, es por ello que este trabajo nos permite hacer una evaluación del desempeño de las variedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante el ciclo agrícola 2010-11 en parcelas de validación en Bacorehuis municipio de Ahome en el Estado de Sinaloa. Se establecieron parcelas de 200 m de longitud a 12 surcos a doble hilera con una densidad de siembra de 120 kg ha^{-1}, considerando 2 m de parcela útil con tres repeticiones por genotipo. Los materiales evaluados fueron cinco genotipos (Cuadro 1) procedentes del programa de trigo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Las variables evaluadas fueron: rendimiento que se obtuvo del peso total de grano entre el área cosechada, peso hectolitrico que se obtiene del peso del grano contenido en un volumen equivalente a un litro ($kghl^{-1}$), proteína se obtiene directo del grano expresado en porciento y color minolta se obtiene mediante un colorímetro

Cuadro 1. Genotipos evaluados ciclo agrícola 2010-2011

Genotipo con cruza	Historial de selección
Cirno C2008	CGS02Y00004S-2F1-6Y-0B-1Y-0B

SOOTY-9/RASCON-37//CAMAYO	
patronato oro C2008	CDSS02Y00390S-0Y-0M-8Y-0M
SULA/AAZ_5//CHEN/ALTAR84/3/AJAIA_12/F3	
LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/ARMENT/	
/SRN_3/ NIGRIS_4/3/CANELO_9.1	
Sawali oro C2008	CDSS02Y00786T-0TOPB-0Y-0M-2Y-
MUSK_1//ACO89/FNFOOT_2/4/MUSK_4/3/PLATA_3	0M-0Y.
//CREX/ALLA/5/OLUS*2/ILBOR//PATKA_7/YAZI_1	
Huatabampo oro C2009	CDSS02B00562S-0Y-0M-2Y-1M-
GUAYACAN INIA/POMA_2//SNITAN/4/D86135 /ACO89/	04Y-0B.
/PORRON_4/3/SNITAN,	
Movas C2009	CDSS02B00720S-0Y-0M-8Y-1M-
CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*	04Y-0B
SOOTY_9/RASCON_37/6/1A.1D5+106/3*MOJO/3/AJAIA	
_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13,	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basado en los resultados obtenidos del análisis estadístico, se encontró diferencia significativa entre genotipos, siendo la variedad Sawali oro C2008 la más rendidora con un promedio de las tres repeticiones de 6.9 t/h seguido de la variedad Movas C2009 con 6.8 t/h, esta misma variedad previo a su liberación presento un potencial de rendimiento de 8.4 t/h con cuatro riegos (Félix *et al*., 2011). El material menos rendidor fue Cirno C2008 con 6.3 t/h esta última liberada por su alto potencial de rendimiento y directamente relacionada con la variedad Atil C2000 la cual se originó del cruzamiento de SOOTY-9/RASCON-37. (Figueroa *et al*., 2010)

En la variable de peso hectolitrico no se encontró diferencia significativa entre los materiales evaluadas, siendo este un parámetro importante utilizado para determinar el tamaño del grano.

En la variable proteína en grano el genotipo de mayor calidad en base a su porcentaje de proteína fue patronato oro c2008 con 12.08. El contenido de la proteína en grano; además de influir el porcentaje de extracción de sémola, es el factor principal que determina el valor del trigo duro, por lo que la industria de la pasta requiere concentraciones de proteína 13% en el grano, para asegurar al menos un porcentaje de 12% en la sémola y en la pasta.

En la variable color se encontró diferencia significativa siendo la variedad Cirno C2008 la que registro las menores unidades de color con 23.31 a diferencia de la variedad patronato oro C2008 liberada por sus sobresalientes características de calidad (Chávez *et al* ., 2012)

En general, el consumidor muestra preferencia por aquellas pastas de color amarillo intenso, por lo que el pigmento en la sémola es otro atributo importante en la producción de pasta, aunque este es afectado por las condiciones de almacenamiento y la actividad enzimática durante la fabricación de las pastas (Borelli*et al*., 1999). Un índice de color, b> 24, en sémola estimado con el Colorímetro Minolta, es considerado deseable por la industria pastera italiana (Zorzetto, 2008).

CONCLUSIONES

El establecer parcelas a nivel comercial nos muestra un panorama distinto del comportamiento de las variedades, ya que en este tipo de pruebas uno de los muchos factores limitantes suele ser el agua,esto se observa en la variedad Cirno C2008 que es un material con un alto potencial de rendimiento, pero cuando le castigas el riego tiende a mermar el rendimiento, como se observó en los resultados obtenidos, sin embargo, es a lo que se enfrenta el productor en todo momento aunado a plagas y enfermedades.

BIBLIOGRAFIA

Borelli, G. M.; Troccoli, A.; Di Fonzo, N. and Fares, C. 1999. Durum wheat lipoxygenase activity and other quality parameters that affect pasta color. Cereal Chem. 76(3):335-340. [

Figueroa-López, P., Félix-Fuentes, J. L., Fuentes-Dávila, G., Valenzuela-Herrera, V., Chávez-Villalba, G., & Mendoza-Lugo, J. A. (2010). CIRNO C2008, nueva variedad de trigo cristalino con alto rendimiento potencial para el estado de Sonora. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 1(5), 739-744.

Félix-Fuentes, J. L., Fuentes-Dávila, G., Figueroa-López, P., Chávez-Villalba, G., Valenzuela-Herrera, V., & Mendoza-Lugo, J. A. (2011). Movas C2009: trigo cristalino con resistencia a roya del tallo. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2(6), 979-984.

Chávez-Villalba, G., Figueroa-López, P., Camacho-Casas, M. A., Fuentes-Dávila, G., Félix-Fuentes, J. L., & Valenzuela-Herrera, V. (2012). Patronato Oro C2008, trigo cristalino con calidad industrial para el noroeste de México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(7), 1441-1446.

Zorzetto, M. 2008. Pata e grano di qualita. unrapportodificile. Pasta and Pastai. 69:3.

CARACTERIZACION MOLECULAR DE LINEAS AVANZADAS DE TRIGO HARINERO (*Triticumaestivum*)

José Luis Félix Fuentes, Ivon Alejandra Rosas Jáuregui, Guillermo Fuentes Dávila

Campo Experimental Norman E. Boralug, Km 12.5 Calle Norman E. Borlaug, Aptado Postal 155 Ciudad Obregón, Sonora. C.P. 85000 felix.joseluis@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

El trigo harinero (*Triticumaestivum* L.) y cristalino (*Triticumdurum* L.) se cultiva en más de 20 estados de la República Mexicana. Sin embargo, el 80% de la producción se concentra en la zona norte (principalmente en el noroeste) y en Guanajuato, en el ciclo otoño-invierno (O-I). El resto se produce, en su mayoría, en regiones del centro y el altiplano central, en el ciclo primavera-verano (P-V). En el año 2012, México consumió 5.4 millones de toneladas de trigo harinero, mientras que su producción nacional fue de 1.3 millones de toneladas, de las cuales el 62% fueron de trigos panificables y 38% de trigos galleteros, por lo que importó 4.1 millones de toneladas (Mt) de los Estados Unidos y Canadá (CANIMOLT, 2012). Dada la importancia que presenta dicho cultivo es por ello que el objetivo de esta investigación fue caracterizar molecularmente veinticuatro genotipos de trigo harinero y seleccionar los materiales más sobresalientes genéticamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló durante el ciclo agrícola (2016-2017). Se llevó a cabo en el laboratorio de biotecnología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), ubicado en Block 910 del Valle del Yaqui, a 27º 22' de latitud norte y 109º 55' de longitud oeste, a 37 msnm. El trabajo consistió en la caracterización molecular de 20 líneas avanzadas (cuadro 1.) procedentes del programa de mejoramiento de trigo harinero del Centro de Mejoramiento Genético de Maíz y Trigo (CIMMYT) y 4 variedades comerciales de trigo harinero (Triticumaestivum) liberadas por el INIFAP (ROELFS F2007, TEPAHUI F2009, ONAVAS F2009, VILLA JUAREZ F2009). El método de extracción de ADN se realizó a partir de la semilla de trigo, mediante modificaciones al proceso de Saghai-Maroof et al. (1984).Los genes evaluados fueron: Lr34, Sr2, Sr22, Sr24, Sr25/Lr19, Sr26, Sr35, Sr39, Pin-a, Pin-b,Rht-D1, Rht-B1 y 1BL/1RS.

Cuadro 1. Variedades y líneas avanzadas

V#	VARIEDAD O LÍNEA	SELECCIÓN

1	ROELFS F2007	CGSS00B00169T-099TOPY-099M-099Y-099M-9CEL-0B-0Y-0Y
2	TEPAHUI F2009	CMSW00WM00150S-040M-040Y-030M-030ZTM-3ZTY-0M-0SY-0CEVY-OCEVY
3	ONAVAS F2009	CGSS01B00069T-099Y-099M-099M-099Y-099M-20Y-0B-0CEVY-0CEVY
4	VILLA JUAREZ F2009	CGSS01B00062T- 099Y-099M-099M-099Y-099M-12Y-0B-0CEVY-0CEVY
5	PBW343//CAR422/ANA/3/ELVIRA	CMSS02M00409S-030M-1Y-0M-040Y-10ZTB-0Y-02B-0Y
6	SOKOLL*2/3/BABAX/LR42//BABAX	CMSA05Y01225T-040M-040ZTP0Y-040ZTM-040SY-12ZTM-01Y-0B
7	ROLF07/4/BOW/NKT//CBRD/3/CBRD/5/FRET2/TUKURU//FRET2	CMSS06Y00605T-099TOPM-099Y-099ZTM-099Y-099M-11WGY-0B
8	PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/VILLA JUAREZ F2009	CMSS07B00144S-099M-099Y-099M-5WGY-0B
9	CHYAK/PAURAQ	CMSS07B00275S-099M-099Y-099M-13WGY-0B
10	TACUPETO F2001*2/KIRITATI//VILLA JUAREZ F2009	CMSS07B00094S-099M-099NJ-099NJ-16WGY-0B
11	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ	CMSS07B00525T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-1WGY-0B
12	KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING	CMSS07B00580T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-34WGY-0B
13	INIA CHURRINCHE/KIRITATI	CMSS07Y00433S-0B-099Y-099M-099NJ-099NJ-4WGY-0B
14	CHIBIA//PRLII/CM65531/3/SKAUZ/BAV92/4/MUNAL #1	CMSS07Y00066S-0B-099Y-099M-099Y-38M-0WGY
15	PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/WBLL1*2/BRAMBLING	CMSS07Y00196S-0B-099Y-099M-099NJ-099NJ-6WGY-0B
16	WBLL1*2/KURUKU/4/PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING	CMSS07Y00338S-0B-099Y-099M-099Y-9M-0WGY
17	WBLL4/KUKUNA//WBLL1/3/WBLL1*2/BRAMBLING	CMSS07Y00348S-0B-099Y-099M-099Y-19M-0WGY
18	ITP40/AKURI	CMSS07Y00441S-0B-099Y-099M-099NJ-099NJ-4WGY-0B
19	MILAN/S87230//BAV92*2/3/MUU	CMSS07Y00983T-099TOPM-099Y-099M-099Y-15M-0WGY
20	MILAN/S87230//BAV92*2/3/TECUE #1	CMSS07Y00985T-099TOPM-099Y-099M-099Y-9M-0WGY
21	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ	CMSS07B00525T-099TOPY-099M-099Y-099M-19WGY-0B
22	KISKADEE #1/CHYAK	CMSS07B00253S-099M-099Y-099M-14WGY-0B
23	CHYAK1/GRACK	CMSS07B00279S-099M-099NJ-099NJ-6WGY-0B
24	KACHU/3/T.DICOCCON PI94624/AE.SQUARROSA (409)//BCN/4/2*KACHU	CMSS07Y01307T-099Y-7M-0Y-3B-0Y

Una vez amplificados los productos de PCR se separaron mediante electroforesis horizontal en cámaras, utilizando TBE 1x (tris base, ácido bórico y EDTA) como buffer de corrida. Se realizaron geles de agarosa a una concentración de 2.0, 2.5 y 3.0%, de acuerdo al gen a identificar, los cuales se tiñeron con 1 µl de azul de bromofenol. La cantidad de gel red que se utilizo fue de acuerdo al tamaño del gel. Cada uno de los geles se corrió en dos tiempos con distintas cargas como se muestra en la tabla 5. Para determinar el tamaño aproximado de las

bandas se empleó un marcador de peso molecular que corrió junto con las muestras. Los geles se observaron por su fluorescencia en un transiluminador de luz ultravioleta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del grupo de los genes Sr el gen más común fue el Sr2, que estuvo presente en veinte de los veinticuatro genotipos (cuadro 6). Este es eficaz contra todas las cepas de *Pucciniagraminis*en todas las regiones productoras de trigo del mundo. Probablemente su mayor frecuencia dentro de los genotipos se debe a que este gen se ha utilizado en los programas de mejoramiento de trigo desde alrededor de 60 años como una fuente durable de resistencia de la planta adulta y a Ug99 y sus aislamientos relacionados (Suaste, 2014), y se sigue utilizando como una medida de control eficaz contra la roya del tallo del trigo en el mejoramiento de trigo moderno.Después de Sr2, el gen más común fue Sr35 detectándose en los siguientes genotipos ONAVAS F2009 y en las líneas sobresalientes: PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/V, ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO, KISKADEE #1/CHYAK, CHYAK1/GRACK y KACHU/3/T.DICOCCON PI94624/AE.SQUARROSA (409)//BCN/4/2*KACHU, lo que nos indica que estos materiales contienen resistencia eficaz contra Ug99.

Sr22 y Sr24 se encontraron solo en dos de los veinticuatro genotipos estudiados. *Sr22* es eficaz contra Ug99 sin embargo, de acuerdo a los estudios realizados por Olson*et al.* (2010) su presencia tiene un efecto negativo en el rendimiento del grano, y por ello se ha desplegado en un número limitado de cultivares debido al bajo rendimiento agronómico de líneas que llevan el gen de resistencia. Este puede ser el motivo por el cual se obtuvo una baja presencia de este gen dentro de los materiales. Los dos genes estuvieron presentes en las líneas sobresalientes: ROLF07/4/BOW/NKT//CBRD/3/CBRD/5/FRET2/TUKURU//FRET2,
PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/VILLA JUAREZ F2009 ofreciendo resistencia a la roya del tallo.

Sr26 fue detectado en las líneas *PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/VILLA JUAREZ F2009, TACUPETO F2001*2/KIRITATI//VILLA JUAREZ F2009 y CHYAK1/GRACK.* Probablemente su escasa presencia dentro de las líneas y variedades caracterizadas sea el uso limitado de este gen ya que según lo reportado por The TT, *et al*. (1988) está relacionado con el 9% de penalización de rendimiento.

El gen Sr39 de resistencia a la roya del tallo proporciona resistencia a todos los prototipos conocidos actualmente de *Pucciniagraminis* f. sp. *tritici* (Pgt) que incluye Ug99 (TTKSK). Según

Mago *et al*. (2009) este gen no se ha usado extensamente en la reproducción de trigo debido a los efectos agronómicos negativos presuntos, pero aún no documentados asociados con *Ae*. *Speltoides (*pariente silvestre del trigo).

Cuadro 2. Resultados obtenidos de la caracterización molecular de las líneas analizadas con los genes PINA Y PINB.

VAR	VARIEDAD O LÍNEA	PINA		PINB
		Pina - D1a	Pina- D1b	
1	ROELFS F2007	-	+	+
2	TEPAHUI F2009	-	+	+
3	ONAVAS F2009	+	-	+
4	VILLA JUAREZ F2009	-	+	+
5	PBW343//CAR422/ANA/3/ELVIRA	-	+	+
6	SOKOLL*2/3/BABAX/LR42//BABAX	-	+	+
7	ROLF07/4/BOW/NKT//CBRD/3/CBRD/5/FRET2/TUKURU/ /FRET2	-	+	-
8	PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/VILLA JUAREZ F2009	+	-	-
9	CHYAK/PAURAQ	-	+	+
10	TACUPETO F2001*2/KIRITATI//VILLA JUAREZ F2009	-	+	+
11	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ	-	+	-
12	KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING	-	+	+
13	INIA CHURRINCHE/KIRITATI	-	+	+
14	CHIBIA//PRLII/CM65531/3/SKAUZ/BAV92/4/MUNAL #1	-	+	+
15	PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/WBLL1*2/BRAMBLING	-	+	+
16	WBLL1*2/KURUKU/4/PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING	-	+	+
17	WBLL4/KUKUNA//WBLL1/3/WBLL1*2/BRAMBLING	-	+	+
18	ITP40/AKURI	-	+	+
19	MILAN/S87230//BAV92*2/3/MUU	-	+	+
20	MILAN/S87230//BAV92*2/3/TECUE #1	-	+	+
21	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ	-	+	+
22	KISKADEE #1/CHYAK	-	+	-
23	CHYAK1/GRACK	-	+	-
24	KACHU/3/T.DICOCCONPI94624/AE.SQUARROSA (409)//BCN/4/2*KACHU	-	+	+

Nota: en el presente cuadro se muestran los resultados obtenidos de los genes PINA Y PINB en donde (-) es negativo y (+) positivo. Variedad clasificada como –suave".

Cuadro 3. Resultados obtenidos de la caracterización molecular de las líneas analizadas con los genes Rht-D1 y Rht-B1.

CONCLUSIONES

VAR# BWERET Y13-14	VARIEDAD O LÍNEA	Rht- D1		Rht- B1	
		Rht- D1a	Rht- D1b	Rht- B1a	Rht- B1b
1	ROELFS F2007	-	-	-	-
2	TEPAHUI F2009	-	-	-	-
3	ONAVAS F2009	-	-	-	-
4	VILLA JUAREZ F2009	-	-	-	-
5	PBW343//CAR422/ANA/3/ELVIRA	-	+	-	-
6	SOKOLL*2/3/BABAX/LR42//BABAX	-	-	-	-
7	ROLF07/4/BOW/NKT//CBRD/3/CBRD/5/FRET2/TUKURU//FRET2	-	-	-	+
8	PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/VILLA JUAREZ F2009	+	-	+	+
9	CHYAK/PAURAQ	-	-	-	-
10	TACUPETO F2001*2/KIRITATI//VILLA JUAREZ F2009	-	-	-	-
11	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ	-	-	-	-
12	KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING	-	-	-	-
13	INIA CHURRINCHE/KIRITATI	-	-	-	-
14	CHIBIA//PRLII/CM65531/3/SKAUZ/BAV92/4/MUNAL #1	-	-	-	-
15	PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/WBLL1*2/BRAMBLING	-	-	+	-
16	WBLL1*2/KURUKU/4/PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING	-	-	-	-
17	WBLL4/KUKUNA//WBLL1/3/WBLL1*2/BRAMBLING	-	-	-	-
18	ITP40/AKURI	-	-	-	-
19	MILAN/S87230//BAV92*2/3/MUU	-	-	-	-
20	MILAN/S87230//BAV92*2/3/TECUE #1	-	-	-	-
21	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ	-	-	-	-
22	KISKADEE #1/CHYAK	-	-	-	-
23	CHYAK1/GRACK	-	-	-	-
24	KACHU/3/T.DICOCCON PI94624/AE.SQUARROSA (409)//BCN/4/2*KACHU	-	-	+	-

Los genotipos que sobresalen con mayor número de genes de interés, destaca la línea PFAU/SERI.1B//AMAD/3/WAXWING/4/VILLA JUAREZ F2009 con la presencia de ocho de los trece genes evaluados, por lo que es conveniente observar su manera de manifestarse a nivel campo y tomarlo como una fuente fiable para cruzas.

BIBLIOGRAFIA

CANIMOLT, 2012. Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trigo. Revista Canimolt. Reporte estadístico al 2012. [Disponible en: http://www.canimolt.org/revista-canimolt] (Fecha de consulta: 20 de febrero del 2017).

Mago, R., Zhang, P., Bariana, H. S., Verlin, D. C., Bansal, U. K., Ellis, J. G., &Dundas, I. S. (2009). Development of wheat lines carrying stem rust resistance gene Sr39 with reduced Aegilopsspeltoides chromatin and simple PCR markers for marker-assisted selection. *Theoretical and applied genetics*, *119*(8), 1441-1450.

Olson, E. L., Brown-Guedira, G., Marshall, D., Stack, E., Bowden, R. L., Jin, Y.,&Pumphrey, M. O. (2010). Development of wheat lines having a small introgressed segment carrying stem rust resistance gene. *Crop science*, *50*(5), 1823-1830.

Saghai-Maroof, M. A., Soliman, K. M., Jorgensen, R. A., & Allard, R. W. (1984). Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *81*(24), 8014-8018.

Suaste Franco, M. D. P. (2014). Asociación entre marcadores geneticos u caracteres de interés agronómico en la Colección Nacional de Trigo.

ENTOMOFAUNA DEPREDADORA ASOCIADA A *Melanaphis sacchari* ZEHNTNER, EN SORGO FORRAJERO, EN LA COMARCA LAGUNERA

Verónica Ávila-Rodríguez[1*],Urbano Nava-Camberos[2,1]Emigdio Morales Oláis[3]Jesús Lumar Reyes-Muñoz[4,1]y José Luis Estrada-Rodríguez[1]

[1] Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio Dgo. [2] Facultad de Agricultura yZootecnia, UJED, Venecia Dgo. [3] Colegio de Posgraduados, Montecillo México, [4] CIIDIR-Dgo.
*vavilar@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es uno de los principales granos en nuestro país. Su importancia radica en que nutre de materia prima a la industria ganadera de alimentos balanceados para animales, como puercos, aves y ganado vacuno la cual, a su vez permite que en el mercado alimentario se disponga de proteínas de origen animal (Gallardo, 2007).

La superficie sembrada en el 2014 fue de 226, 601.92 hectáreas y un valor de producción de $2,198,530.60 siendo México el tercer lugar en producción (SAGARPA, 2014). Mientras que en la Comarca Lagunera la superficie sembrada en el 2014 fue de 13,652.07 hectáreas, teniendo un valor de producción de $286,140.73 ocupando el cuarto lugar (SIAP, 2014). La producción nacional de sorgo de grano es más relevante en primavera-verano, ya que en este ciclo se obtiene un poco más del 70% de la producción total y el resto (aproximadamente 30%) se producen en otoño–invierno.

El sorgo suele ser atacado por insectos dañinos, dichos insectos son especies persistentes, lo que determina las prácticas de control. La población de estos insectos excede el nivel de daño económico cada año y se extiende en zonas muy amplias. El sorgo es atacado durante su crecimiento y desarrollo por insectos dañinos secundarios y ocasionales. Los insectos dañinos más importantes en el sorgo son la mosquita del sorgo, barrenador del tallo y pulgones (Iannone, 2003).

El pulgón amarillo del sorgo, *Melanaphis sacchari,* es un insecto plaga de gran importancia económica debido a las pérdidas elevadas de rendimiento del cultivo del sorgo, el cual llegó a México en el 2013 a través del área productora de sorgo de Tamaulipas y se ha extendido a los estados del norte del país, tales como Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Durango y algunos otros estados del sur.

En la Comarca Lagunera hasta el ciclo agrícola P-V 2013 el cultivo no tenía problemas en cuanto al taque de insectos dañinos, sin embargo en la actualidad está sufriendo graves

daños a causa del pulgón amarillo del sorgo (PAS), *M. sacchari*.El PAS se observó por primera vez durante el verano y otoño del 2014 en sorgo forrajero en la Comarca Lagunera. Durante las siembras de sorgo forrajero de primavera y verano del 2015 las poblaciones y daños del PAS han sido altos en la región(SIAP, 2014).Hasta el momento el control químico es la única alternativa para su control, principalmente por la falta de conocimiento sobre las especies de enemigos naturales, tales como insectos depredadores, que ejercen un control biológico natural. Por lo anterior, como una estrategia de control es necesario conocer la fauna de insectos benéficos que se encuentran en el cultivo del sorgo para un posible control biológico.

MATERIALES YMÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en cultivos de sorgo en dos localidades de La Comarca Lagunera de Coahuila y Durango, la primera localidad en el ejido Villa Gregorio García, Durango (25° 45‘‘ N Y 103° 21‘‘ W) el cual se sitúa a 1100 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 20°C. La segunda localidad en Venecia, Durango (25° 46‘‘ N y 103° 21‘‘ W), situada a 1100 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 20°C.

Para la colecta de insectos benéficos se realizaron tres muestreos en dos predios diferentes: a) sorgo (siembra) y b) sorgo (soca). La colecta de insectos se realizó en tres fechas de septiembre y octubre del 2015, cada una durante un lapso de quince días en la temporada de siembra primavera-verano.

El muestreo se realizó bajo el método 5 de oros, en el cual se tomaran cinco sitios por localidad. La recolecta de insectos se realizó mediante red entomológica, para lo cual se dieron 50 redeos a cada sitio (250 por localidad), posteriormente los insectos fueron colocados en frascos debidamente etiquetados para su posterior procesamiento. El trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Para la identificación de los insectos se utilizaron claves taxonómicas de Borror y DeLong's (2006), Valencia (2006), Rodríguez y González (2007), Bahena (2008) y Najera y Souza (2010).

Para determinar la diversidad de especies se estimaron los índices de Shannon-Wiener y Simpson, el primero para observar la riqueza de especies que se encontraban en el cultivo de sorgo y el índice de Simpson se utilizó para ver la diversidad de especies presentes en el cultivo del sorgo. Para el análisis de datos se consideraron las tres fechas de colecta de insectos en

las localidades Gregorio García y Venecia FAZ-UJED, ambos índices se realizaron por fecha y localidad.

RESULTADOS YDISCUSIÓN

Composición de insectos depredadores.Se colectaron y analizaron 906 especímenes. Los depredadores obtenidos pertenecieron al orden Coleoptera, Neuroptera, Hemiptera, Diptera. Se determinó un total de 7 familias, las cuales fueron Coccinelidae, Chrysopidae, Melyridae, Shyrpidae, Anthocoridae, Reduviidae y finalmente Geocoridae. Coccinellidae fue la familia más común con un 85.76%, seguida de Chrysopidae con 8.06% y Melyridae con un 1.77% (Figura1).

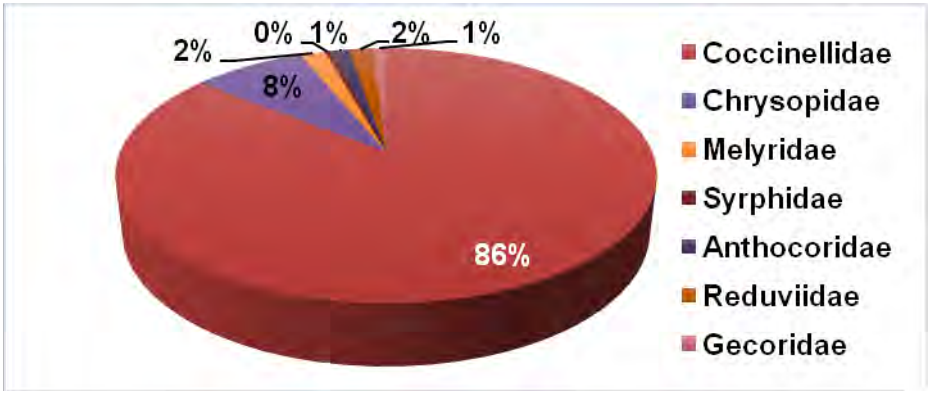


Figura 1. Familias de insectos depredadores encontrados en el cultivo del Sorgo (siembra y soca), durante el 2015, en la Comarca Lagunera.

Composición de insectos depredadores por familia y por localidad.En la localidad Gregorio García, se identificaron 7 familias las cuales corresponden a Coccinelidae, Chrysopidae, Melyridae, Anthocoridae, Syrphidae, Reduviidae, Geocoridae. La familia con mayor presencia fue Coccinelidae con un 85.04%, seguido de Chrysopidae 7.59% mientras que Melyridae y Anthocoridae con un 2.23%. Para la localidad Venecia (FAZ-UJED) se colectaron 458 especímenes, de los cuales se identificaron 7 familias. Las familias más comunes fueron Coccinelidae con un 86.46%, Chrysopidae 8.52%, y Melyridae 1.31%. Con un total de especies colectadas.

Composición de insectos depredadores por géneros**.** Se identificaron 13 géneros, *Hippodamia, Olla, Stethorus, Cycloneda, Chrysopa, Chrysoperla, Allograpta, Toxomerus, Orius, Geocoris, Zelus, Collops y Scymnus.* El género más común fue *Hippodamia* con un 81.92%, seguido de *Chrysoperla*con un 4.58% y *Chrysopa* con 3.57% (Figura 2).

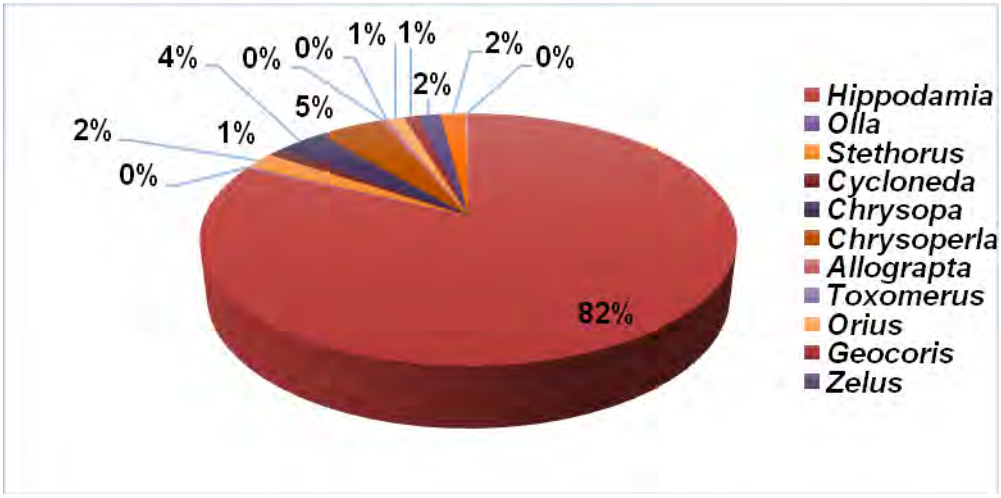


Figura 2. Géneros de insectos depredadores encontrados en el cultivo del Sorgo (siembra y soca), durante el 2015, en la Comarca Lagunera.

Composición de insectos depredadores por género y por localidad**.** En Gregorio, García el género con mayor abundancia fue, *Hippodamia* con un 80.57%, luego *Chrysoperla*con 4.64%, seguido de *Chrysopa*con un 3.97%. En Venecia (FAZ-UJED) solo se obtuvieron 12 géneros, de los cuales *Hippodamia* fue el de mayor abundancia con un 83.67%, seguido de los géneros, *Chrysoperla* 4.54% y *Chrysopa*con 3.17%.

Orduño*et al*., (2016) identificaron diez especies de insectos depredadores asociados al pulgón amarillo, estos fueron *Hippodamia convergens, Cyclonedasanguines, Scymnussp, Allograptaobliqua, Chrysoperlasp., Coleomegillamaculata, Eupeodesamericanus, Pseudodorusclavatus, Leucopissp y Hemerobiussp.,* de acuerdo con los resultados obtenidos solo las primeros cinco especies coinciden. Por otro lado Cortez *et al.,* (2016) mencionan que identificaron 17 especies de las cuales solo 6 coinciden con el presente trabajo *Hippodamia convergens, Cyclonedasanguinea, Scymnussp, Allograptaobliqua, Chrysoperla carnea, Chrysoperla comanche.*

En cuanto a la diversidad de especies, el Cuadro 1 muestra el total de las especies encontradas en cada fecha de muestreo. Además se presenta el total de especímenes encontrados en cada especie. La muestra Gregorio 3 fue la que obtuvo más abundancia de depredadores.

Cuadro 1. Número de especies (insectos depredadores) en 2 localidades muestreados en el cultivo del sorgo.

Muestra	Depredadores	
	Especies	Total
Gregorio 1	8	88
Venecia 2	8	25
Gregorio 3	8	284
Venecia 4	10	230
Gregorio 5	6	79
Venecia 6	9	191

Los resultados obtenidos en esta investigación para los índices de Shannon-Wiener y Simpson fueron los siguientes:

Se observa que el mayor índice para depredadores se presentó en la muestra 2 (H‘=1.86) seguido de la muestra 1, y el menor índice se presentó en la muestra número 3 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índices de Simpson (Dsi) de los grupos de artrópodos, fitófagos y depredadores.

Índice de Simpson	
Muestra	Depredadores
Gregorio 1	0.6927
Venecia 2	0.8224
Gregorio 3	0.1791
Venecia 4	0.2223
Gregorio 5	0.3349
Venecia 6	0.2899

Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H‘) para insectos depredadores fueron de 0.76 a 1.86, siendo las muestras 1, 2, 5 y 6 los que presentaron los mayores valores y para insectos fitófagos oscilaron de 0.12 a 0.62. En este índice podemos observar que en la muestra 1 y 2 se determinó mayor abundancia y riqueza de insectos depredadores pero no de fitófagos, lo cual coincide con Zumoffen*et al.,* (2010), quienes

documentaron que la riqueza y abundancia de insectos entomófagos permite controlar las poblaciones de fitófagos haciendo innecesaria la aplicación de insecticidas, siendo los mismo para artrópodos.

CONCLUSIONES

Se determinaron 906 especímenes. Las familias más comunes fueron Coccinellidae con un 85.76%, seguida de Chrysopidae con 8.06% y Melyridae con un 1.77%.

Se identificaron 13 géneros, *Hippodamia, Olla, Stethorus, Cycloneda, Chrysopa, Chrysoperla, Allograpta, Toxomerus, Orius, Geocoris, Zelus, Collops y Scymnus.* El género más común fue *Hippodamia* con un 81.92%, seguido de *Chrysoperla*con un 4.58% y *Chrysopa* con 3.57%.

En el Índice de Shannon-Wiener el valor más alto en insectos depredadores fue de (H‘=1.86), y el valor más bajo (H‘=0.47), por otro lado el valor más alto para el Índice de Simpson (Dsi= 0.8224) y el valor más bajo fue (Dsi=0.1791).

Se puede observar que existe una diversidad de insectos depredadores asociados al cultivo del sorgo forrajero en la Comarca Lagunera.

BIBLIOGRAFÍA

Bahena, J.F. 2008. Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. Libro técnico Núm. 5. SAGARPA–INIFAP. Uruapan, Michoacán, México. pp. 90-92.

Borror, J.D, 1970. Afield guide to the insects of America North of Mexico. The United States of America; pp. 320-340.

Bugg, R. L., Colfer, R. G., Chaney, W. E., Smith, H. A. and Cannon, J. (2008). Flower flies (Syrphidae) and other biological control agents for aphids in vegetable crops. Oakland, CA: University of California Agriculture and Natural Resources, pp. 11-12.

Cortez, M.E., Pérez, M.J. y Valenzuela, E.F. 2016. Relación de enemigos naturales del pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* en el norte Sinaloa. El Entomófago, Boletín de la Sociedad Mexicana de Control Biológico. 14: 271 pp.

Gallardo, N.Y. 2007. Sorgo, una alternativa productiva. Instituto Politécnico Nacional. [En Línea]: http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=46 Centro de Estudios y Finanzas 1-5pp.

Iannone, N. 2003. Daño de *Diatraea*en sorgo. Alerta. Ataque de *Diatraea*en maíz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Pergamino. [En línea]: http://www.nt-solutions.com.ar/ [Consulta: 7/12/07].

Nájera R, M. B y Souza, B. 2010. Insectos benéficos; Guía para su identificación. En: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) México. (Eds): Printed in México. Uruapan, México. pp. 11-72.

Orduño, C. F., Cortez, M.E., Montiel G. M., Herrera, R. G., Álvaro, M, H., López. B.M., Rochin, Z.Y., Gálvez, F. C., Espinoza, N.R., García, E. A., Ibarra. P.A., Gastélum L. J., López. V.J., Escalante, A., J., Ruiz, G.A., Ávila, G.J., Armenta, L.S., Espinoza, C.D., Lugo, A. N. y Arce, G.B. 2016.Distribución, rango de hospedantes y estrategias de manejo del pulgón amarillo del sorgo

*Melanaphissachari*Zehntner, en el norte de Sinaloa. Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Fuerte. SAGARPA. UTEFI. 1-42 pp.

Rodríguez Delgado, M. and González Hernández, A. 2007. Distribución, Abundancia, Diversidad y Atributos Bioecológicos de Especies de Chrysopidae (Neuroptera) Asociadas a Frutales del Centro y Norte de México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. pp 1-157.

SAGARPA. 2014. Manual de plagas y enfermedades del sorgo. Campaña fitosanitaria del sorgo. 20 P.

SIAP, 2014. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2014). Cierre deproducción agrícola por cultivo 2014.

Valencia, L. L. A. 2006. Taxonomía y registros de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) En el Estado de Morelos, México. Acta Zoológica Mexicana 22: 17-61.

Weems, H. V. Jr. 2008. A hoverfly, *Allograptaobliqua* (Say) (Insecta: Diptera: Syrphidae)". DPI Entomology Circular, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida 106: 1-4p. ySignorini, M. (2010). Alfalfa (*Medicago Sativa* L.) como Reservorio de Insectos Entomófagos. FAVE Sección Ciencias Agrarias, 9: pp.81.p.

Zumoffen, L., Salto, C., y Signorini, M. 2010. Alfalfa (*Medicago sativa*L.) como reservorio de insectos entomófagos. Revista FAVE - Ciencias Agrarias 9 (1-2) p. 73-82.

ESTIMACION DE LA VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA CONCENTRACION DE NITROGENO EN MAIZ FORRAJERO MEDIANTE SENSORIA REMOTA

Miguel Rivera González[1], Gerardo Delgado Ramírez [1], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1] ,Hilario Macías Rodríguez[1]

[1]CentroNacionaldeInvestigaciónDisciplinariaenRelaciónAgua-Suelo-Planta-Atmósfera(CENID RASPA-INIFAP).Km6.5margen derechacanalSacramento.GómezPalacio,Dgo.C. P.35140.E-mail:rivera.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

El nitrógeno es el macronutriente esencial que la mayoría de los cultivos requieren en mayor cantidad. Sin embargo, su aplicación en exceso puede causar problemas de contaminación ambiental tales como la contaminación por nitratos de aguas su superficiales y subterráneas,así como la contaminación de la atmosfera por gases efecto invernadero como lo es el óxido nitroso (Beeri*et al* 2005, Chen*et al* 2010). Los métodos tradicionales de fertilización se basan en conocer la concentración de nitrógeno del suelo y cultivo, estos métodos son caros, lentos y requieren una labor intensiva de muestreo (Min y Lee, 2005).

La teledetección es una herramienta que tiene el potencial de evaluar el contenido de nitrógeno a diferentes escalas como son a nivel hoja, planta, parcela, modulo y distrito de riego (Clevers y Gitelson, 2013). Una gran cantidad de estudios utilizando sensoria remota se han llevado a cabo para el diagnóstico de nitrógeno en una gran cantidad de cultivos (Kostrzewski*et al* 2003, Borhan*et al* 2004,Jongschaap y Booij 2004). Koch *et al* (2004) compararon dos estrategias de aplicación de nitrógeno una donde se aplicó una sola dosis de nitrógeno para todo el predio y otra donde se aplicaron diferentes dosis considerando la variación espacial del contenido de nitrógeno. Reportan que se obtuvieron reducciones de aplicaciones de nitrógeno del 6 al 46 % en la zona donde se aplicó el nitrógeno a taza variable.

Recientemente se han realizado diferentes estudios, utilizando imágenes de los satélites Lansat 8 OLI, RapidEye y el sensor Aster del satélite TERRA para estimar la concentración foliar de nitrógeno para diferentes cultivos, cuyos resultados han mostrado buena relación entre la concentración de nitrógeno y diferentes índices de vegetación(Bagheri*et al* 2012, Bagheri*et al* 2013; Shang*et al* 2014 y Middinti*et al* 2017). Lukas*et al*(2016) en el cultivo de trigo de invierno, utilizaron imágenes del satélite Lansat-8, del DroneBee y de un espectroradiómetro manual para monitorear la concentración de nitrógeno foliar concluyen que las imágenes del Lansat-8 pueden ser utilizadas para el monitoreo periódico de los cultivos como el indicador de su

heterogeneidad espacial entre campos pero con baja resolución (30 m por pixel) y que el dron representa una especial ayuda en el mapeo detallado de las características del cultivo para agricultura de precisión y la aplicación de tasa variable de fertilizantes.

El objetivo del presente estudio fue estimar la concentración de nitrógeno espacial y temporal del cultivo de maíz mediante imágenes del satélite LANSAT-8 OLI

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en 4 predios o sitiosdel municipio de matamoros Coahuila, todos sembrados con maíz forrajerocuyas características y ubicación se presentan en el Cuadro 1. Los predios Benito Juárez y Otto fueron sembrados en el mes de marzo y Granados y Solima en el mes de abril. En todos los predios se aplicó la misma dosis de fertilización la cual consistió en aplicar 37.3 kg de nitrógeno + 42 kg. de P_2O_5por hectárea a la siembra y 184 Kg de nitrógeno antes del primer riego de auxilio

Cuadro1. Características de los sitios de estudio (superficie y fecha de siembra)

Sitios de estudio	Fecha de siembra	Superficie (has)
Benito Juárez	07/03/2017	7.3
Otto	28/03/2017	37.3
Granados	16/04/2017	57.9
Solima	29/04/2017	27.2

Una vez seleccionados los sitios de estudio,los puntos de muestreo se seleccionaron considerando la ubicación y variación de los índices de vegetación (SAVI) de una imagen previa al inicio del muestreo del cultivo (Figura 1). El muestreo foliar de la concentración de nitrógeno del cultivo se realizó en 5 fechas: 11 de mayo, 27 de mayo, 12 de junio, 28 de junio y 30 de julio;coincidiendo con las fechas del paso del satélite Lansat-8, recolectando muestras de planta completa, hojas superiores completamente expandidas y hoja bandera, según el estado fenológico del cultivo. También en las mismas fechas del muestreo foliar se sacaron muestras de suelo para la caracterización físico química del suelo en cada sitio de estudio.

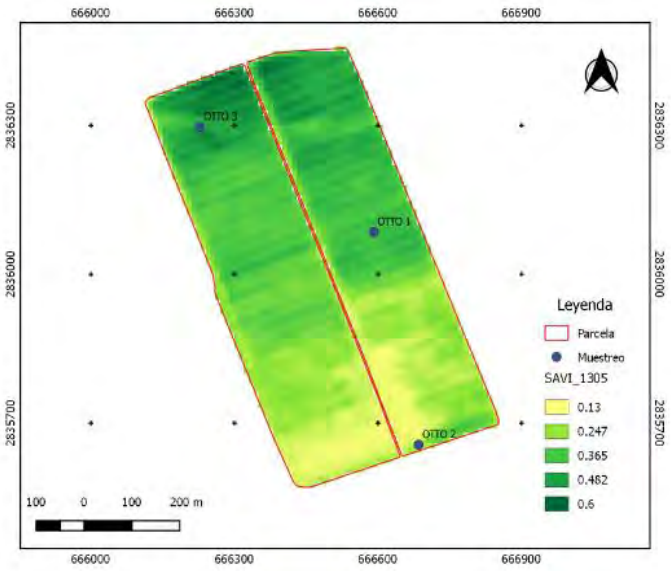


Figura 1. Selección de los puntos de muestreo de acuerdo a la variación del índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI) para el predio Otto.

El procedimiento que se realizó para la determinación de los índices de vegetación con las imágenes de satélite fue el siguiente.

Descarga de la imagen de satélite.

Para la determinación de los Índices de vegetación durante el ciclo agrícola primavera verano se utilizaron imágenes del sensor OLI montado a bordo del satélite Landsat 8, con la escena fijada para la trayectoria 30 y fila 42 (*path 30 y row 42* nomenclatura en inglés). Una vez ingresados estos datos se procedió a seleccionar la data set de interés para este caso seleccionamos Landsat Archive –Colección – L8 OLI/TIRS – Results arrojando las escenas del periodo de interés. Las imágenes se descargaron de manera gratuita de internet, del sitio EarthExplorer (http://earthexplorer.usgs.gov/), en archivo con formato GeoTIFF y compresión típica de 950 MB.

Corrección radiométrica.

Una vez descargada la imagen se realizó la corrección radiométrica debido a que los datos de las bandas del sensor TIRS y OLI están derivados en 16 bist en formato no cifrado y tienen que ser re escalados a los valores de reflectancia en el techo de la atmosfera TOA, para esto se

utilizan coeficientes radiómetros los cuales se encuentran en el archivo metadato MTL.txt tal y como se describe a continuación *(Ariza, 2013)*

$P\lambda' = (M\rho * Q_{cal} + A\rho) \ / \ \sin(\theta_{SE})$ (1)

Donde Pλ´ Es el valor de reflectancia con corrección de ángulo solar, con corrección por ángulo solar, Mρ = Es el factor multiplicativo de escalado especifico por banda obtenido del metadato (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, donde x es el número de la banda). Aρ= Es el factor aditivo de escalado especifico por banda obtenido del metadato (REFLECTANCE_ADD_BAND_x , donde x es el número de la banda). Q cal = Es el producto estándar cuantificado y calibrado para valores de pixel (DN) y Θse = Es el ángulo de elevación solar. El ángulo de elevación solar del centro de la escena es provisto en el metadato de la imagen (SUN_ELEVATION). *(Ariza, 2013)*

Obtención de los valores de los índices de vegetación.

Para la obtención de los valores del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) fue necesario emplear la siguiente expresión propuesta por (Rouse*et al.*,1974):

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho RED}{\rho NIR + \rho RED} \quad (2)$$

Donde, ρNIR es la reflectividad medida en el infrarrojo cercano (Band_ 05) y ρRED es la reflectividad medida en la región del espectro electromagnético (Band_04).

El índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI) se determinó mediante la expresión propuesta por (Huete, 1988) el cual es utilizado para disminuir las alteraciones presentadas en los valores de NDVI en zonas de escasa vegetación así mismo se le agrega una constante L, el valor propuesto para este trabajo fue 0.5. y se calculó con la siguiente expresión.

$$SAVI = \frac{(1+0.5)(\rho NIR - \rho RED)}{(0.5+\rho NIR + \rho RED)} \quad (3)$$

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis para determinar la correlación entre los diferentes índices de vegetación estimados y la concentración de nitrógeno foliar (%) se realizó de dos maneras: por fechas de imágenes de satélite y por predio o sitio de estudio. En el Cuadro 2 se presenta el análisis por fechas de imágenes de satélite. Para la primera fecha (11de mayo) para el índice de vegetación SAVI se tuvo una correlación de 0.78 y muy baja para el NDVI (r^2= 0.36), en la segunda fecha (27 de mayo) el NDI presento mayor correlación(r^2=0.81) que el SAVI. En la fecha del 12 de junio ambos índices presentaron baja correlación. Ambos índices presentaron alta correlación en las fechas del 28 de junio y 30 de Julio.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre los diferentes índices de vegetación y la concentración de nitrógeno total foliar (%) para las diferentes de fechas de imágenes de satélite

Fechas de imágenes de satélite	SAVI		NDVI	
	r^2	Ecuación	r^2	Ecuación
11de Mayo	0.78	$y=-64.417x^2+33.204x-1.2679$	0.36	$y=-20.186x^2+15.46x-0.0807$
27 de Mayo	0.19	$y=-25.466x^2+26.152x-3.6585$	0.81	$y=32.112x^2-26.491x+7.6078$
12 de Junio	0.66	$y=-274.91x^2+272.57x-64.912$	0.49	y=-100.28x2+134.28x-42.361
28 de Junio	0.84	y=1.447x+2.174	0.91	y=1.1783 x+2.103
30 de Julio	0.90	$y=-457.1\ x^2+484.35\ x$ -125.23	0.76	$y=45.13\ x^2-52.488x+17.116$

Los índices de vegetación que presentaron correlación significativa con el contenido de nitrógeno total foliar (%) se ajustaron a modelos polinomiales de segundo grado, lo cual coincide con los modelos encontrados por Bagheri*et al* (2012), Bagheri*et al* (2013)quienes

determinaron los índices de vegetación con imágenes del sensor ASTER del satélite Terra y Lucas *et al* (2016) utilizando imágenes del sensor OLI del satélite LANSAT.

En el análisis realizado por localidad o sitio de estudio (Cuadro 3)el SAVI presento mayor correlación para las localidades Otto y Granados esto es debido a que la mayor parte del muestreo foliar en estas localidades se realizó en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, en cambio el NDVI presento la mayor correlación para la localidad Benito Juárez donde la mayor parte del muestreo se realizó en las últimas etapas de desarrollo del cultivo.Ambos índices no presentaron buena correlación para el sitio de estudio Solima.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación entre los índices de vegetación SAVI y NDVI y la concentración de nitrógeno total foliar (%) para cada localidad o sitio de estudio.

Localidades	SAVI		NDVI	
	r^2	Modelo	r^2	Modelo
Benito Juárez	0.21	$y=-10.782x^2+5.7394x+1.4611$	0.81	$y=12.635x^2-14.458x+5.997$
Otto	0.85	$y=-59.161x^2+32.355x-1.2177$	*0.76*	$y=-32.625x^2+25.42x-1.4992$
Granados	0.95	$y=125.68x^2-86.023x+14.346$	0.30	$y=9.298x^2-8.265x+3.88$
Solima	0.29	$y=38.045x^2-39.581x+12.86$	0.25	$y=33.09x^2-45.028x+17.87$

CONCLUSIONES

- Aun cuando se aplicó una solo dosis de fertilización nitrogenada para los diferentes sitios de estudio los índices de vegetación evaluados (SAVI Y NDVI) fueron capaces de identificar espacialmente diferencias en concentraciones de nitrógeno del cultivo de maíz forrajero.
- El análisis realizado por fechas de muestreo, el índice de vegetación SAVI presento los coeficientes de correlación más altos con la concentración de nitrógeno total foliar (%) en etapas de desarrollo del cultivo avanzadas
- No obstante que se obtuvieron buenas correlaciones entre los índices de vegetación evaluados y el contenido de nitrógeno del cultivo, la disponibilidad de las imágenes

LANSAT-8 de cada 16 días y su baja resolución (900 m^2) por pixel, puede constituir una limitación para hacer recomendaciones demanejo de nitrógeno en tiempo real debido a que los cambios de una etapa fenológica a otra en el maíz forrajero se dan en periodos de tiempo menores a 16 días.

BIBLIOGRAFIA

Arriza A. 2013. Descripción y corrección de productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data ContinuityMission) versión 1.0. INSITITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Bogotá. Colombia [En line 2017).http://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf.

Bagheri N., H. Ahmadi, S.K. Alavipanah y M. Omid. 2012. Soli-line vegetation índices for corn nitrogen content prediction. International Agrophysies. Vol:26pag. 103-108

Bagheri N., H. Ahmadi, S. K. Alavipanah y M. Omid. 2013. Multispectral remote sensing for site specufic nitrogen fertilizer management. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia Vol: 48 pag. 1394-1401.

Beeri O., R. Phillips, P. Carson y M. Liebig. 2005. Alternate satellite models for estimation of sugar beet residue nitrogen credit. Agriculture Ecosystems and Enviromentvol 17 pag. 21-35

Borhan M.S., S.L. Panigrahi, J.H. Orenzen y H. Gu 2004. Multiespectral and color imaging techniques for nitrate and chlorophyll detrmination of potato leaves in controlled enviroment. Transactions of the ASAE vol: 47 pag. 599-608

Chen P., D. Haboundane, N. Temblay, J. Wang, P. Vigneault y B. Li 2010. New spectral indicator assessing the efficiency of crop nitrogen treatment in corn and wheat. Remote Sensing of Environment. Vol. 114. Issue 9 pag. 1987-1997

Jongschaap R. E.E y R. Booij. 2004. Spectral measurements at different special scales in potato: relating leaf, plant and canopy status. International Journal of Applied Earh Observation and GeoinformationVol: 5 pag. 205-218

Koch B., R. Khosla, W.M. Frasier, D.G. Westfall y D. Inman. 2004. Economic feasibility of variable–rate nitrogen application utilizing site-specific management zones. Journal of Agronomy Vol: 96 pag. 1572-1580

Lukas V., J. Novak, L. Neudert, I. Svobodova, F. R. Moreno, M. Edress y J. Kren. 2016. The combination of UAV and Lansat imagery for monitoring of crop vigor in precision agriculture. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spacial Information Sciences Volume XLI B8. XXIII ISPRS Congress. Prague, Czech Republic. Pag. 953.

Middinti S., K. Ch. Thumaty, R. Gopalakrishnan, Ch S. Jha y B.R. Thatiparthi. 2017. Estimating the leaf index in Indian tropical forests using Landsat-8 OLI data. International Journal of Remote Sensing. Vol: 38 pag.

Min M. y W.S. Lee. 2005. Determination of significant wavelengths and prediction of nitrogen content for citrus. Transactions of the ASAE. Vol: 48 pag. 455-461

Clevers J. G.P.W. and A.A Gitelson. 2013. Remote estimation of crop and grass chlorophyll and nitrogen content using red-edge bands on Sentinel-2 and 3. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation vol:23pag. 344-351.

Huete, A.R., 1988. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, 25(3), pp.295-309.

Kostrzewski M., P. Waller, P. Guertin, J. Haberland, P. Colaizzi, E. Barnes, T. Thompson, T. Clarke, E. Riley and C. Choi. 2003. Ground-based remote sensing of water and nitrogen stress. Transaction of the ASAE vol:46pag. 29-38

Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W., Harlan, J.C. 1974. –Monitoring the vernal advancements and retrogradation of natural vegetation". Remote Sensing Center, 1(7), 1-137.

Shang J., J. Lui, T. Huffman, B. Qian, E. Pattey, J. Wang, T. Zhao, X. Geng, D. Kroetsch, T. Dong y N. Lantz. 2014. Estimating plant area index for monitoring crop growth dynamics using Landsat-8 and RapidEye images. Journal of Applied Remote Sensing Vol:8pag. 085196-1 a 085196-12.

RESPUESTA DE LA HIGUERA A LA APLICACIÓN DE NITROGENO Y POTASIO EN RIEGO POR GOTEO Y ALTA POBLACION EN LA REGION LAGUNERA

Miguel Rivera González[1], Hilario Macías Rodríguez[1],Gerardo Delgado Ramírez[1]y Juan Estrada Avalos[1]

[1]CentroNacionaldeInvestigaciónDisciplinariaenRelaciónAgua-Suelo-Planta-Atmósfera(CENID RASPA-INIFAP).Km6.5margen derechacanalSacramento.GómezPalacio,Dgo.C.P.35140.E-mail:rivera.miguel@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

Los estudios formales del cultivo de higuera en la Región Lagunera se iniciaron a partir del año 2012, ya que se empezaron a establecer huertas de higuera de una a dos hectáreas en altas poblaciones (2000 pha^{-1}) y regadas mediante riego por goteo. Los trabajos de investigación realizados por el CENID-RASPA del INIFAP a la fecha han generado resultados en los aspectos de propagación de plantas(Macías*et al.,* 2014, Macías*et al.,* 2015) densidades de población, poda (Muñoz *et al.,* 2015) y manejo de agua (Rivera *et al*., 2016), todos con la finalidad de desarrollar un paquete tecnológico, que permita aumentar la producción y calidad del fruto. Sin embargo, en lo que respecta al manejo de la fertilización,son escasos los trabajos de investigación realizados al respecto. No obstante, a nivel internacional se han realizado trabajos para evaluar la respuesta del cultivoen sus primeros años de producción y en alta población a las aplicaciones de diferentes dosis de nitrógeno y niveles de aplicación de agua (Hernández *et al.,* 1994) y en huertas de 15 a 20 años de edad en bajas poblaciones (Birgul*et al.,* 2008). También se ha evaluado la respuesta de este cultivo a la interacción nitrógeno potasio (Tamayo e Incapie, 2002) así como estudios realizados en huertas de Turquía donde se han comparado diferentes sistemas de fertilización: orgánica, biodinámica y convencional (Hallac y Aksoy, 2011). Algunos trabajos de investigación no han encontraron respuesta del cultivo a dosis de aplicación de nitrógeno superiores a 100 o 150 g p^{-1}(Hernández *et al*., 1994; Birgul*et al*.,2008) y sin embargo si se han encontrado incrementos de rendimiento con la interacción nitrógeno-potasio (Tamayo e Incapie, 2002). En base a los antecedentes presentados se planteó el presente trabajo de investigación cuyo objetivo principal fue evaluar la respuesta de la higuera a la aplicación de nitrógeno y potasio durante su etapa reproductiva.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en una huerta de higuera de cinco años de edad, ubicada en el ejido Poanas del municipio de Gómez Palacio Durango, establecida en una plantación de 2.5 m entre hileras y 2.0 m entre plantas (población de 2000 pha^{-1}) regada mediante riego por goteo.

Para la aplicación del agua de riego se utilizó cintilla de goteo con goteros espaciados cada 20 cmcon un gasto de 2L h^{-1} humedeciendo un área de 2 metros lineales por árbol. El cálculo del consumo de agua se realizó de acuerdo ala metodología descrita por Rivera *et al.*(2016) aplicando únicamente el 75% de la evapotranspiración real y regando cada tercer día. Durante la etapa reproductiva se evaluaron 3 dosis de nitrógeno (81.9, 117 y 152 g de nitrógeno por árbol) y un tratamiento donde se aplicó 81.9 g de N + 32.5 g K por árbol. Se utilizó como fuente de nitrógeno el sulfato de amonioy como fuente de potasio al sulfato de potasio. Las dosis de nitrógeno se aplicaron en el mes de junio con el sistema de riego por goteo para todos los tratamientos evaluados a diferencia y el potasio se aplicó en forma foliar iniciándose su aplicación en el mes de agosto mediante 5 aplicaciones una cada semana (6.5 g de K por planta por aplicación). Previo al inicio de los tratamientos de fertilización se sacaron muestras de suelo de un estrato de 0-30 cm para su caracterización físico-química dichas características se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Características fisicoquímicas del suelo iniciales antes de iniciar los tratamientos de fertilización (huerta de higuera Poanas)

Parámetros	Concentración ppm	Parámetros	Concentración meq L^{-1}
Nitrato (N-NO_3)	29.0	Cationes solubles	
Fosforo (P) (Olsen)	34.6	Calcio (Ca)	5.13
Potasio disponible(K)	1089	Magnesio (Mg)	1.26
Amonio (N-NH_4)	21.2	Sodio (Na)	2.31
Materia orgánica (m.o)	1.6 (%)	Potasio (K)	0.72
pH	8.4	Conductividad eléctrica (CEs)	0.95 (dSm^{-1})
Textura	Franco arcillosa	Densidad aparente (Da)	1.2 g cm^{-3}

En base la norma oficial mexicana (NOM-21-SEMARNAT-2000)de análisis de suelo, con respecto al contenido de nitrógeno en forma de nitrato(NO_3) el suelo se clasifica con un suelo con un contenido medio de nitrógeno y muy alto en fosforo. Con respecto a la clasificación del suelo en base al contenido de potasio, este se clasifica como un suelo con un contenido muy

alto de potasio (Castellanos *et al.,* 2005). Con respecto a la conductividad eléctrica del suelo, se clasifica como un suelo sin problemas de salinidad.

La necesidad o requerimiento de nitrógeno por el cultivo se estimó utilizando la siguiente ecuación:

RN=[(MR x TEN)- (Ns+Nmo)]/EA

Donde:

RN= es el requerimiento de nitrógeno del cultivo (kg ha^{-1})

MR= meta de rendimiento que comprende la materia seca (fruto +hojas) del cultivo(tha^{-1})

TEN= tasa de extracción de nitrógeno por el cultivo (kgt^{-1} de m.s)

Ns= nitrógeno mineral del suelo($kgha^{-1}$)

Nm.o= nitrógeno aportado por la materia orgánica del suelo por ciclo de cultivo (kg ha^{-1})

EA= eficiencia de aprovechamiento del nutriente (fraccional)

Se propuso una meta de rendimiento de 8.745 tha^{-1} de materia seca equivalente 10 toneladas de fruto maduro para venta y 16.6 tha^{-1} de follaje (hojas). El nitrógeno mineral del suelo(Ns) se calculó sumando la concentración de nitrógeno del suelo en forma de nitrato(NO_3) y Amonio (NH_4) para una profundidad del suelo de 30 cm y una densidad aparente de 1.2 gcm^{-3}. Se consideró una eficiencia de aprovechamiento del nitrógeno del 60%.

En base a este procedimiento se estimó un requerimiento de nitrógeno del cultivo de 234 kg de nitrógeno por hectárea. Los tratamientos de nitrógeno evaluados consistieron en aplicar el 70, 100 y 130 % del nitrógeno requerido por el cultivo (163.8, 234 y 304.2 kg de Nha^{-1}) equivalentes a 81.9, 117 y 152 g de nitrógeno por árbol

La tasa de extracción de K por el cultivo se estimó considerando una concentración de potasio de 20 g de potasio por kg de materia seca (hojas) y 18 g de potasio por kg de materia seca (fruto) (Leonel y Tecchio., 2009). En base a la meta de rendimiento de 8.745 tha^{-1} de materia seca (5.445 ton de hojas y 3.300 t de higo), la extracción es de 168.3 kg de potasio por hectárea.

De acuerdo al análisis de suelo este tiene una concentración de potasio disponible de 1089 mg kg^{-1} de suelo, lo cual equivale a una disponibilidad de potasio del suelo de 3920 $kgha^{-1}$ muy superior al requerimiento del cultivo,por lo cual no amerita la aplicación de este nutriente al suelo, sin embargo,su aplicación se realizó en forma foliar, de la forma descrita anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2. Se presenta la producción frutos por árbol (kg), el peso del fruto (g), el número de frutos por árbol y la producción de frutos por hectárea (tha^{-1}), para cada uno de los tratamientos de fertilización evaluados. Únicamente se encontró diferencia significativa entre tratamientos para el peso del fruto. No se encontró respuesta a las dosis de nitrógeno evaluadas, al contrario se puede apreciar una disminución de rendimiento a medida que aumenta la dosis de nitrógeno aplicada; esta tendencia también fue encontrada por Hernández *et al.* (1994) para dosis de aplicación de nitrógeno de 150 a 750 g por árbol de la misma manera Birgul*et al.* (2008) tampoco encontró diferencia significativa en la producción de frutos(tha^{-1}) para dosis de nitrógeno evaluadas de 100 a 500 g de nitrógeno por árbol , encontrando la misma tendencia de reducir la producción al aumentar la dosis de nitrógeno aplicada.

El tratamiento donde se aplicó nitrógeno y potasio (81.9 g de N + 32.5 g de K por árbol), presento la producción de frutos más alta (8.536 tha^{-1}) debido a un mayor número y peso de frutos por árbol. Esta respuesta favorable a la interacción nitrógeno potasio encontrada en este estudio coincide con lo encontrado por Tamayo e Incapie (2002) para higueras de 15 a 20 años de edad, en plantaciones de 938 árboles por hectárea con en aplicaciones de 120 g de N +de 60 a 180g de K por árbol.

Cuadro 2. Producción por árbol, peso del fruto, numero de frutos por planta y producción de higospara cada tratamiento de fertilización evaluados

Tratamientos de fertilización	Producción de frutos por árbol (kg)	Peso del fruto (g)	Numero de frutos por árbol	Producción de frutos (tha^{-1})
82 g de N	3.763a	30.1bc	125a	7.526a
117 g de N	2.350a	30.5b	77a	4.700a
152 g de N	3.200a	29.2c	109a	6.400a
81.9 g N + 32.5 g. K	4.268a	32.7a	131a	8.536a

DMS α = 0.05

Debido a que las determinaciones de la concentración de nutrientes en hoja y fruto, únicamente se realizaron de una sola muestra compuesta para cada tratamiento únicamente el análisis del comportamiento de estas variables se interpreta en forma cualitativa. La concentración de nitrógeno en las hojas tiende a aumentar a medida que se incrementó la dosis de nitrógeno

aplicada, sin embargo, esta tendencia es contraria en el fruto (Cuadro 3). La concentración de calcio en las hojas tiende a reducirse a medida que se incrementa la dosis de nitrógeno aplicada, esto coincide con los resultados encontrados por Hernández *et al.* (1994) quien explica que este comportamiento es debido a un efecto antagónico entre el calcio y nitrógeno. Al comparar la concentración de nutrientes en la hoja antes de la aplicación de los tratamientos de fertilización evaluados, se observa un incremento en la concentración de nitrógeno para todos los tratamientos evaluados, una reducción para calcio, manteniéndose constantes las concentraciones de magnesio y fosforo esto comparándolas con las concentraciones foliares al final de la cosecha. También se observó un incremento en la concentración de potasio en las hojas en el tratamiento donde se aplicó la dosis más baja de nitrógeno combinada con la aplicación de potasio en forma foliar.

Cuadro 3. Concentración de nutrientes (ppm) en hojas y fruto al final del experimento para los tratamientos de fertilización evaluados

Tratamientos de fertilización	Hojas					Fruto				
	N	P	Ca	Mg	K	N	P	Ca	Mg	K
82 g de N	*49*	1.0	20	3.0	16	7.5	0.6	2.0	0.5	8.6
117 g de N	*52*	1.0	19	3.0	20	6.2	0.6	1.8	0.6	8.2
152 g de N	*57*	1.0	18	3.0	17	4.6	0.7	2.0	0.6	8.7
81.9 g de N + 32.5 g de K	51	0.9	19	3.0	20	7.1	0.7	2.3	0.8	12.1
Condición inicial	23.8	1.0	26	2.6	16.6					

CONCLUSIONES

- El tratamiento de fertilización donde se aplicó la dosis de nitrógeno más baja (82 g de N por árbol más la aplicación de 32.5 g de K en forma foliar, presentó la producción más alta de fruto maduro (8.5 tha^{-1}) debido a un incremento en el número de frutos por planta y un mayor peso del fruto.
- En los tratamientos donde únicamente se aplicó nitrógeno presentaron una tendencia a reducir el rendimiento conforme aumento la dosis de nitrógeno aplicada
- La concentración de nitrógeno en la hoja tendió a aumentar a medida que se incrementó la dosis de nitrógeno aplicada, no obstante, la concentración de calcio tendió a disminuir.

BIBLIOGRAFIA

Castellanos R., J, J. A. Cueto W., J. Macías C., J.R. Salinas G., L. M. Tapia V., J.M. Cortez J., I.J. González A., H. Mata V., M. Mora G., A. Vásquez H., C. Valenzuela S. y S. Enríquez. 2005. La fertilización en los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. Folleto técnico N° 1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Birgul E., C. Ferit, S. Berrin, A. Belge, K. Ramazan y T. Mahmut. 2008. Effects of nitrogen rates on yield and fruit quality of fig (Ficuscarica L.).International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology Turkey. pag. 403-411.

Hallac T.,F y U. Aksoy. 2011. Comparison of organic, biodynamic and conventional fig farms under rain-fed conditions in Turkey. Cell. and Plant Sci. vol 2(3) pag. 22-33

Hernández., F.B.T, J.C. Modesto, M.A Suzuki, L.S. Correa y K. Reichardt. 1994. Effects of irrigatio and nitrogen levels on qualitative and nutritional aspects of fig –trees (Ficuscarica L.). Sci. Agric., Piracicabavol 5(2) pag. 292-297

Leonel S. and M.A. Tecchio. 2009. The nutritional leveles in leaves and fruit of fig tres as a function of pruning time and irrigation. Semina: Ciencias Agrarias, Londrina 30(29 pag. 347-360

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. pag. 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. Pag. 81-89.

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-túneles. 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.

NOM-21 SEMARNAT 2000. Norma oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudios muestreo y análisis.

Rivera G., M., Delgado R. G., Macías R. H. y Muñoz V. J.A. 2016. Determinación de las necesidades hídricas del cultivo de higuera en riego por goteo y alta población. GROFAZ VOL. 16 N° 2. Pag. 105-111

Tamayo V., A, y M.Z. Hincapié 2002. Respuesta del brevo (*Ficus carica* L.) a la fertilización química y orgánica en un andisol del Oriente Antioqueño. IV Seminario Nacional de Frutales de Clima frio Moderado.

MÉTODOS DE EXPOSICIÓN SEMILLA Y PLÁNTULA DE MELON CON *Trichodermaharzianum*

José Alfredo Samaniego-Gaxiola[1], YasmínChew Madinaveitia[1], Arturo Gaytán Mascorro[1], Pedroza-Sandoval, A.

[1]Campo Experimental La Laguna INIFAP, Blvd. José Santos Valdez 1200 Pte., Col. Centro Matamoros, Coahuila, México. C. P. 27440. Teléfonos: 01 800 088 2222 Extensiones 82402, 82419 y 82424. samaniego.jose@inifap.gob.mx[2]Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio - Ciudad Juárez Km 40, Bermejillo, Durango. C.P. 35230 Teléfono: 01 872 776 0160.

INTRODUCCIÓN

Especies del hongo *Trichoderma* se han aislado de los suelos de huertas de La Laguna, algunos se han identificado como *T. harzianum*Riffai. Algunas de esas especies se han evaluado tanto en la laboratorio (Samaiego-Gaxiola y Gamez-Escobedo, 2000) como en campo (Chew-Madinaveitia y Samaniego-Gaxiola, 2007). Sin embargo, no se han evaluado para otros cultivos como el melón. Tampoco se tiene evidencia en México sí el rendimiento y cobertura del cultivo es afectada positiva o negativamente por *T. harzianum*. Algunas especies de este tipo de hongos podrían asociarse a las raíces en una forma denominada endófita, es decir viviendo dentro de la raíz. Por todo ello, se pretende poner en contacto semilla y plántula con un asilado de *T. harzianum* obtenido de suelo de La laguna y evaluar en el cultivo el rendimiento, la cobertura y recobrar de las raíces de las plantas establecidas en campo *T. harzianum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Manejo de la semilla. Semillas de melón del híbrido Expedition, se les lavó con agua corriente hasta quitarles el recubrimiento de fungicida comercial que tenían (captan), luego se enjugaron tres veces con agua destilada estéril y se desecaron al ambiente hasta su uso.Las germinaciones de las semillas se colocaron en agua destilada estéril a 25 °C (IncubadoraPresison Modelo 75), solo el primer día las semillas permanecieron en oscuridad. Otras semillas no se hicieron germinar.

Tratamientos a la semilla. Tratamientos de semilla y plántula de melón para establecer en campo. Semilla o plántula de melón fueron tratadas de 28 maneras. Las plántulas de 30 d de crecimiento en Peatmoss se sumergieron sus raíces en soluciones de esporas de *T. harzianum*. Para las semillas, según el caso, cuando los tratamientos utilizaron: i) agua, fue estéril; ii) NaOCl, fue comercial Cloralex® 50 ml diluidos en 950 ml de agua destilada estéril, en donde las

semillas se enjuagaron 20 min y luego se lavaron tres veces con agua destilada estéril. iii) esporas, fueron de *T. harzianum*, que provenían de placas de PDA de10 d de crecimiento; iv) la incubación, fue por el período señalado a 25 °C con iluminación constante; v) cajas de Petri, fueron estéril. Detalles de los tratamientos se plántulas y semillas se indican en el Cuadro 1. Luego de los tratamientos a las semillas, se sembraron en las charolas e incubaron por 20 d a temperatura de 27-30 °C, con iluminación permanente y por 17 d en invernadero.

Establecimiento de melón en campo. Las plántulas procedentes de semillas tratadas, así como las plántulas inmersas en soluciones de esporas de *T. harzianum* fueron trasplantadas en campo. El trasplante se realizó el 13 de octubre en un sistema de micro-túnel, riego por cintilla, cama acolchada con plástico negro y una distancia entre plántulas de 30 cm. El micro-túnel permaneció cerrado hasta el 18 de octubre, luego se abrió para que las abejas polinizaran las plantas, se midiera la cobertura del cultivo dos veces. El día 18 de noviembre el micro-tunel se cerró y se abrió hasta la cosecha del melón el 22 de diciembre. El resto del manejo del cultivo se realizó de acuerdoa Gaytán-Mascorro et al. (2017).

Alisamiento de *T. harzianum*. Al terminar la cosecha, se extrajeron dos plantas al azarpor tratamiento y se procesaron sus raíces: i) por cada planta, nueve segmentos de raíces 1 cm fueron cortados y se sembraron directamente sobre una placa de PDA; ii) otros nueve segmentos se desinfectaron en una solución de NaOCl como se indicó para las semillas y enseguida fueron sembrados en placas con PDA.

Análisis de datos. En todos los casos se utilizó el intervalo de confianza IC del 99%. Para la producción de melón el IC de los 28 tratamientos se determinó sobre el promedio de melones por metro lineal, de manera arbitraría, se consideró que los tratamientos con un IC± del 20%fuero distintos al resto (Molina-Areas, 2013). Los IC de las colonias de *T. harzianum*y otros microorganismos que aparecieron de las raíces o suelo, se determinaron en dos grupos, el primero fueron los tratamientos 1-13 y los segundos 14-28.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los melones por metro lineal, los tratamientos 21 y 23 tuvieron una IC < -20% lo que los coloca distintos al resto, Figura 1. Antes de establecer las plántulas en campo, la germinación y tamaño de plántula de los tratamientos 21 y 23 fueron los menores (datos no mostrados). Lo que sugiere que la semilla y plántula de melón se ve afectada negativamente al entrar en contacto con la colonia joven (dos días) de *T. harzianum*, lo cual se reflejó en los menores rendimientos por metro lineal con promedios de 1.8 y 1.4 para los tratamientos 21 y 23, respectivamente.

Cuadro 1. Tratamientos a la semilla o plántula de melón antes de establecerse en campo

Tratamientos	Plántulas o semillas tratadas	Plántulas establecidas
1. Raíces de las plántulas sumergidas por 1 min en solución de esporas de 10^8/ml.	10	10
2. Raíces de las plántulas sumergidas por 60 min en solución de esporas de 10^8/ml.	10	10
3. Raíces de las plántulas sumergidas por 1 min en solución de esporas de 10^7/ml.	10	6
4. Raíces de las plántulas sumergidas por 60 min en solución de esporas de 10^7/ml.	10	6
5. Raíces de las plántulas sumergidas por 1 min en solución de esporas de 10^6/ml.	10	6
6. Raíces de las plántulas sumergidas por 60 min en solución de esporas de 10^6/ml.	10	6
7. Raíces de las plántulas sumergidas por 1 min en solución de esporas de 10^5/ml.	10	6
8. Raíces de las plántulas sumergidas por 60 min en solución de esporas de 10^5/ml.	10	6
9. Raíces de las plántulas sumergidas por 1 min en solución de esporas de 10^4/ml.	10	6
10. Raíces de las plántulas sumergidas por 60 min en solución de esporas de 10^4/ml.	10	6
11. Raíces de las plántulas sumergidas por 1 min en agua.	10	5
12. Raíces de las plántulas sumergidas por 60 min en agua.	10	5
13. Raíces de plántulas no manipuladas sin tratamiento alguno.	10	5
14. Semilla que no germinó en agua después de 72 h.	10	5
15. Semilla germinada en agua, radícula <0.5 cm después de 48 h.	10	5
16. Semilla germinada en agua, radícula >0.5<2 cm después de 48 h.	10	5
17. Semilla germinada en agua, radícula >2.5 cm después de 48 h.	4	4
18. Semilla inoculada con 1 ml de esporas de 10^8/ml e incubada 24 h.	10	5
19. Semilla inoculada 24 h con 3 ml de esporas de 10^8/ml e incubada 24 h.	10	5
20. Semilla inoculada 24 h con 5 ml de esporas de 10^8/ml e incubada 24 h.	10	5
21. Semilla desinfectada con NaOCl, luego colocada en placa de PDA con *T. harzianum*de 2 d de crecido, en seguida las placas se incubaron 7 d.	10	5
22. Semilla desinfectada con NaOCl, luego colocada en placa de PDA con *T. harzianum*de 7 d de crecido, en seguida las placas se incubaron 7 d.	10	5
23. Semilla no desinfectada colocada en una placa de PDA con *T. harzianum*de 2 d de crecido, luego las placas se incubaron 7 d.	10	5
24. Semilla no desinfectada colocada en una placa de PDA con *T. harzianum*de 7 d de crecido, luego las placas se incubaron 7 d.	10	5
25. Semilla no tratada.	10	5
26. Semilla inmersa 72 h en agua (no germinada), enseguida inoculada con 0.1 ml de esporas de 10^8/ml e incubada 24 h.	10	5
27. Semilla inmersa 72 h en agua (no germinada), enseguida inoculada con 0.2 ml de esporas de 10^8/ml e incubada 24 h.	10	5
28. Semilla inmersa 72 h en agua (no germinada), enseguida inoculada con 0.3 ml de esporas de 10^8/ml e incubada 24 h.	10	5

Por otra parte, también consideramos distintos los tratamientos 12 (testigo) y 28 que tuvieron un IC > 20%, Figura 1, ello sugiere que el número de melones no se incrementa con semilla o plántula tratada con *T. harzianum*, pero tampoco disminuye excepto en los tratamientos 21 y 23. Los IC de las coberturas de las plantas por tratamiento en las dos fechas se indican en el Figura 2. Los tratamientos 8 al 13 y 23, tuvieron un IC ≤ 20%, lo que sugiere que esas plántulas sufrieron algún estrés que le retrasó en su crecimiento en la primera fecha, y únicamente el tratamiento 17 superóun IC > 20%, lo que podría deberse a plántula que al pre-germinar(radícula > 2.5 cm) le confiera ventaja para crecer tanto en elPeatmosscomo a la plantación, Figura 2. Sin embargo, para la segunda fecha de medición de la cobertera, únicamente los tratamientos 1 y 11 tuvieron un IC < 20% y ninguno un IC > 20%; particularmente el tratamiento 1 parecía haber detenido su crecimiento por alguna razón que no entendemos; entretanto el tratamiento 11 aparentemente no logró recuperarse de un posible estrés ya mencionado. La primera medición de la cobertura del cultivo pudo deberse a más a efecto de los tratamientos de plántulas y semillas; mientras la segunda medición a la adaptación de la planta al ambiente, excepto el tratamiento 1, del que no tenemos explicación. Por el primer método para aislar*T. harzianum*se recobró 51.3% con un IC± 22.9, mientras se recobró *Fusarium*spp., en promedio 69.2 e IC ± 15.8. Los tratamientos en donde no se inoculó *T. harzianum*no apareció en las raíces, en cambio, en algunos caso el 100% de las raíces emergió *Fusarium*; en todos los tratamientos por éste método aparecieron bacterias. Por el segundo método se siembra de las raíces, solo apareció en todos los caso *T. harzianum* cuando las plántulas y semillas fueron expuestas a éste hongo. Entodas las raíces aparecieron bacterias. Al no usar antibióticos para el medio de cultivo para hongos (PDA) donde se sembraron las raíces del melón, como cabría esperar aparecieron bacterias; sin embargo, su presencia permitió la expresión de *T. harzianum*, lo que indica una asociación no antagónica entre ambos tipos de microorganismos. El uso de NaOCl en el segundo método para asilar *T. harzianum*.

Las especies de *Trichoderma*endófitos tiene un uso potencial no solo para control biológico de hongos fitopatógenos en suelo e insectos en el follaje, también promueven el crecimiento de varios cultivos (Bailey *et al*., 2009; Druzhinina, 2014; Harman *et al*., 2004). A futuro, sería deseable explorar algunas otras propiedades de nuestro *T. harzianum* utilizado en éste trabajo, debido a que se han consignadohongos endófitos que inducen que las plantas expresen: inmunidad, resistencia adquirida sistémica, promoción del crecimiento, tolerancia al estrés abiótico, incremento en el uso de fertilizantes y aceleración del crecimiento, por efecto de cambios genéticos o epigenéticos en las plantas, producción de hormonas y antagonismo (contra fitopatógenos) (Chen*et al*., 2015; Khan*et al*., 2015; Liu*et al.*, 2015).

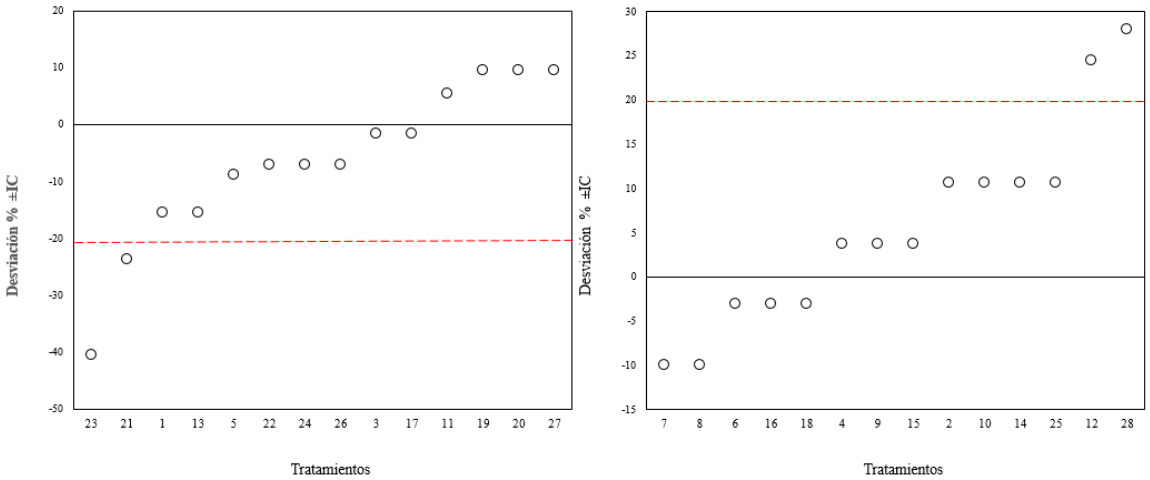


Figura 1. Desviación porcentual del intervalo de confianza (IC) de la cosecha de melón (promedio por tratamiento), la media de producción de melones de los tratamientos por metro lineal fue de 2.6 y el intervalo de confianza es ± 0.26. Izquierda y derecha,valores por debajo y por encima del promedio, respectivamente. Valores por debajo (izquierda) o encima (derecha) de la línea roja son20 % ± IC.Los tratamientos se indican en el Cuadro 1.

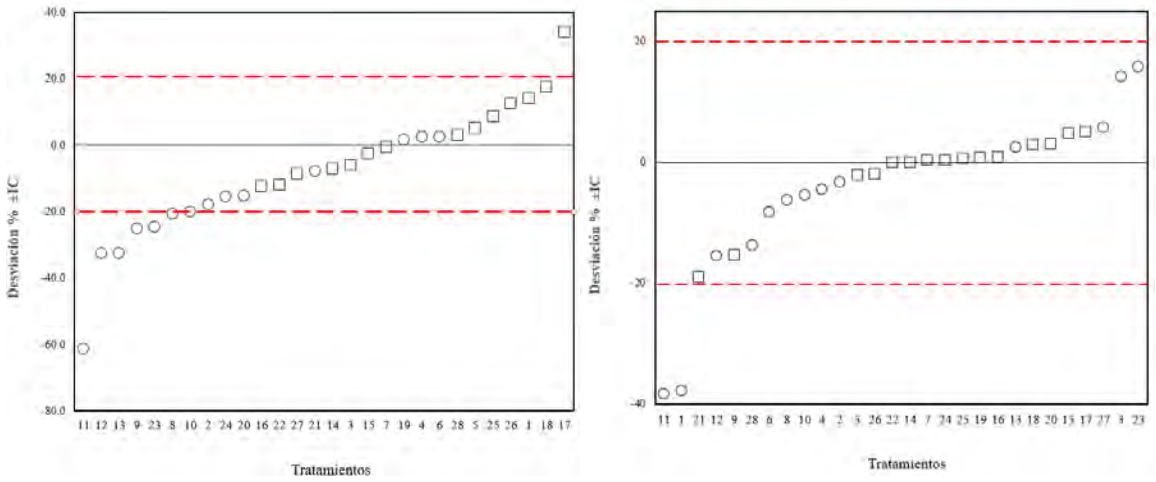


Figura 2. Desviación porcentual del intervalo de confianza (IC) de la cobertura de plantas de melón(promedio por tratamiento), los círculos y cuadro indican valores por debajo y por encima de la media de los tratamientos, respectivamente; valores por encima de las líneas rojas indican IC ± 20%. Figuras izquierda y derecha corresponden a la primera y segunda fecha de medición de la cobertura, respectivamente. La medias fueron42.4 y 151 e IC ± 9.3 y 22.5 cm para la primera y segunda fecha de medición,respectivamente.

CONCLUSIONES

De 28 tratamientos a semillas o plántulas, aquellos donde fueron expuestos a *T. harzianum*no se observó el incremento o decremento del número de melones por metro lineal en campo,

excepto en dos tratamientos donde la semilla estuvo en contacto con colonias de 2 días de *T. harzianum,* en cuyo caso, el número de melones estuvo por debajo del IC < 20%.

La cobertura de las plantas en una primer fecha de medición en siete tratamientos mostró un IC ≤ 20%, lo cual se atribuye a estrés de semillas o plántulas antes de su establecimiento en campo; en contraste, la cobertura medida en una segunda fecha, todos los tratamientos no excedieron ± 20% del IC, excepto los tratamientos 1 y 11 con IC < 20%, para lo que no se tiene explicación para el tratamiento1, pero se atribuye a un estrés a las raíces para el tratamiento 11. Los métodos sin esterilizar y esterilizadas las raíces por fuera (ambos sin uso de antibióticos) permitieron recobrar 51.3 y 100% de *T. harzianum,* no obstante que en todos los casos se aislaron también bacterias y *Fusarium*spp., en promedio 69.2 e IC ± 15.8. Ello indica una relación no antagónica *T. harzianum* versus bacterias y *Fusarium*spp; así como un posible papel de endofítico de *T. harzianum*.

BIBLIOGRAFIA

Bailey, B. A., Strem, M. D., and Wood, D. 2009. *Trichoderma* species form endophytic associations within*Teobroma cacao*trichomes. Mycological Research 113: 1365-1376.

Chen, J., Gutjahr, C., Bleckmann, A., and Dresselhaus, T. 2015. Calcium signaling during reproduction and biotrophic fungal interactions in plants.Molecular plant 8(4): 595-611.

Chew-Madinaveitia, Y.I y Samaniego-Gaxiola, J. A. 2007. Tratamiento a la semilla de alfalfa (*Medicagosativa* L.) con *Trichoderma*sp. para el manejo de *Rhizoctoniasolani* y *Fusarium*spp. Agrofaz 7: 51-56.

Gaytán-Mascorro, A., Chew-Madinaveitia, Y, I., Reta-Sánchez, D. y Samaniego-Gaxiola, J. A. 2017. Efecto de seis sistemas de protección en híbridos comerciales de melón en fecha tardía en la Comarca Lagunera. 29 Semana Internacional de Agronomía. Gomez, Palacio, Dgo. Pp. 500-507.

Druzhinina, I. S. 2014.*Trichoderma* opportunist in rhizosphere: &comensal. 2014. Vienna University of Technolog.Institute of Chemical Technologies and Analytics.http://www.helsinki.fi/ppvir/research/nova/Druzhinina.pdf. Visted 23/06/2017.

Druzhinina, S. I., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, A. B., Kenerley, M. C., Monte, E., Mukherjee, K. P., Zeilinger, S., Grigoriev, V. I., and Kubicek, P. C. 2011.*Trichoderma:* the genomics of opportunistic success. Nature Reviews Microbiology 9: 749-759.

Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., and Lorito. 2004. Trichoderma species-opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Review Microbiology 2: 43-56.

Khan, A. L., Hussain, J., Al-Harrasi, A., Al-Rawahi, A., and Lee, I. J. 2015. Endophytic fungi: resource for gibberellins and crop abiotic stress resistance. Critical reviews in biotechnology 35: 62-74.

Limpens, E., van Zeijl, A., and Geurts, R. 2014. Lipochitooligosaccharides modulate plant host immunity to enable endosymbioses. Annual review of phytopathology 53: 311-334.

Liu, J., Feng, L., Li, J. and He, Z. 2015.Genetic and epigenetic control of plant heat responses.Frontiers in PlantScience, 6, 267. 1-21.

Molina Arias, M. (2013). El significado de los intervalos de confianza. Pediatría Atención Primaria: 15(57) 91-94.

Samaniego-Gaxiola, J. A. y Gámez-Escobedo. A. 2000. Evaluación de residuos orgánicos para germinación, desarrollo y sanidad de semillas inoculadas con *Trichodermaspp*. en suelo infestado con *RhizoctoniaSolani.* Revista Mexicana de Fitopatología 18: 71-78.

Taylor, G. A., and Harman, G. E. 1993.Concepts and thechnologies of selected seed tratments.Annual Review of Phytopathology 28: 331-339.

USO DEL MÉTODOGRAVIMÉTRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE POTENCIAL HÍDRICO EN NOPAL TUNERO

Valentín Melero Meraz*[1]; Jorge A. Zegbe Domínguez[1]; Miguel Servín Palestina[1]

[1]INIFAP-Campo Experimental Zacatecas, Kilómetro 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R., Zac. C.P. 98500; melero.valentin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La importancia del nopal puede percibirse desde varios puntos de vista. México es considerado centro de origen y dispersión del género Opuntia.Es un grupo de especies con una alta importancia ecológica y socioeconómica en las regiones áridas y semiáridas de México y el mundo para zonas donde es difícil cultivar especies con alta demanda hídrica (Inglese*et al*., 2018).Se aprovecha para obtener frutos y cladodios; ambos órganos son utilizados tanto para la alimentación humana como animal. El fruto se consume en fresco y cada día se obtienen más productos originados de todos los órganos del nopal (Nobel, 2002). México se consideracomo el principal país productor de tuna con 470 mil t y casi un millón de toneladas de nopal verdura en 2017 (SIAP, 2018). Aunque es un cultivo muy antiguo el conocimiento sobre su comportamiento es limitado en cuanto al manejo agrícola (fertilización, necesidad hídrica, poda, raleo, manejo fitosanitario, entre otros aspectos),postcosecha, compuestos fitoquímicos, consumo, aprovechamiento y comercialización. Sobre todo,existen muchas áreas de oportunidad, en aspectos metabólicos, bajo una gran diversidad de condiciones de cultivo o entre variedades.

El metabolismo ácido crasuláceo (CAM) del género opuntia es uno de los principales factores selectivos en la evolución de estas especies. Se ha adaptado a la baja disponibilidad de agua y ha desarrollado una alta eficiencia en el uso de la misma(Lüttge, 2004; Hernández-González y Villarreal, 2007). La eficiencia en el uso del agua se debe en gran parte a la anatomía; poseentejidos(hidroparénquima) con vacuolas que ocupan hasta el 95% del volumen celular, almacenan grandes cantidades dellíquido(Ginestra*et al*., 2009; Franco-Salazar y Véliz, 2007),por su cercanía con el aparato fotosintético (clorencquima) contribuyen a su mantenimiento en condiciones de tensión hídrica severa y permite una rápida recuperación cuando se presenta la rehidratación (Cushman y Bohnert, 1997).El movimiento del agua dentro de las plantas depende del potencial hídrico (Ψ_w) de sus tejidos, determinado por las características órgano-funcionales, estetoma distintos valores de Ψ_w dependiendo de su metabolismo y condiciones del entorno (Azcón-Bieto, 2002).En fisiología vegetal el Ψ_w es un concepto muy valioso.

Es muy utilizado para entender la dinámica y el papel del agua en las plantas. Se considera potencial hídrico al potencial químico del agua dentro de un sistema o parte de un sistema (μ_w) comparado con el potencial químico del agua pura en condiciones estándar (μ_o) el cual es cero. Se define como la energía disponible que se puede transformar en trabajo. Esla capacidad que tiene el agua desde el punto de vista termodinámico para realizar una función. De esta manera se establece la tendencia del movimiento del agua en el sistema (Salisbury y Ross, 1994; Taizy Zeiger, 2002).

La medida del $\Psi_w$refleja, fundamentalmente, la capacidad que tiene la planta para tomar agua del medio e indirectamente indica su estado de hidratación. Está compuesto por diferentes gradientes de presión ($\Psi_w=\Psi_S+\Psi_P+\Psi_m+\Psi_g$): los solutos disueltos (Ψ_S), la resistencia a la distensión de la pared celular llamado potencial de presión o turgencia; (Ψ_P), un potencial matricial (Ψ_m) y un potencial gravitacional (Ψ_g).

Para medir el Ψ_w se utilizan diversos métodos desde muy sencillos y rudimentarios hasta muy sofisticados con equipos especializados. Los métodos de presión de vapor y Scholander requieren de equipos complejos y generalmente el costo de obtención, mantenimiento y operación es alto. Los métodospsicrómetricos,se basan en una condición de equilibrio de concentración de vapor entre la atmosfera que rodea un tejido dentro de una cámara cerrada equipada con una termocupla, para determinar el punto decondensación.El método de presión o Scholander: Se basa en la estimación de la presión necesaria para provocar un exudado a un tejido.

Existen otros métodossencillos,requieren de equipo mínimo no tan sofisticadoy se basan en condiciones de tonicidadpara estimar una condición isotónica, es decir, donde existe equilibrio en la tensión de una solución y de un tejido. Para ello se utilizan soluciones con sustancias (manitol, sacarosa o polietilenglicol) a las cuales la membrana celular es diferencialmente permeable (Morse, 1914; Burlyn*et al*., 1983. Salisbury y Ross, 1994). Para conocerlacondición de isotonicidad se utilizan distintas herramientas. El métodoóptico determina con la ayuda de un refractómetro la solución en donde no hay un cambio de concentración al exponer un tejido; El métododensimétrico o Chardakov se basa en encontrar lo más aproximado posible una soluciónde un colorante indicador no presenta desplazamiento vertical; el métodovolumétrico se basa en los cambios de dimensiónde un tejido; por último, el métodogravimétrico en el cual se miden los cambios de pesode un tejido al exponerlo a

soluciones con diferentes tensiones.De estos últimosmétodos, elgravimétrico es relativamente máspreciso permite estudiar la condiciónhídrica de un vegetal, de una manera sencilla, no tan costosa y ante la falta de equipo especializado. Una vezdeterminada la tonicidad se transforma en unidades de Ψ_w mediante la ecuación de Van´tHoff (Nobel, 1969; Salisbury y Ross, 1994).

Determinar elΨ_w en plantas de nopal es un tanto complejo, por las dimensiones de sus órganos no es sencillo usar una cámara de presión. El Ψ_w es un concepto clave para entender el rol del agua en el metabolismo del genero opuntia, el conocimiento de su estado hídrico puede ser utilizado como herramienta para determinar niveles de estrés, en programas de riego, entre otros beneficios. El objetivo de este trabajo fue estandarizar y calibrar el métodogravimétrico para determinar el Ψ_w de las variedades de nopal tunero Rojo Liso y Roja Dalia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se condujo en el Campo Experimental Zacatecas (22º 54' LN, 102º 39' LW, a 2,197 msnm) en el municipio de Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. El clima del sitio es semi-árido, con una precipitación media anual de 416 mm, donde el 75 % de ésta ocurre en los meses de junio a septiembre. La temperatura media anual es de 14.6º C. El trabajo se realizo en dos variedades Rojo Liso y Roja Dalia de nopal tunero. Se utilizaron plantas al azar de 12 años de edad establecidas en un marco de 4x3 m, que no han sido irrigadas durante 2018.

Para la determinación del potencial hídrico se utilizaron dos series con diferente equidistancia molalentre concentraciones de manitol (serie 1 (S1): 0.111, 0.222, 0.333, 0.444, 0.556, 0.667, 0.778, 0.889, 0.975., serie 2 (S2): 0.167; 0.333, 0.500, 0.667, 0.833, 1) que se trasformaron en tensión usando la ecuación de Van´tHoffΨ_w = -CiRT (Figura 1). donde: C = Concentración de la solución (mol kg^{-1}); i = constante de ionización (para el manitol, i=1); T = temperatura absoluta; ºK =(ºC+273; R = constante de los gases (0.00831 MPa kg $ºK^{-1}$ mol^{-1}).

Con un sacabocados se obtuvieron cilindros (6.8 mm de diámetro) de tejido de cladodios de tres meses de edad. Seregistró el peso inicial del tejido, posteriormente se sumergieron por triplicado en las soluciones de manitol. Se monitoreo el peso cada 60 min hasta alcanzar la turgencia máxima de los tejidos en las soluciones con menor concentración. Finalmente se calculó el porcentaje de cambio de peso [Cambio de peso (%)]= [(peso final-peso inicial) /peso inicial (100)] y el potencial osmótico de la solución que resulto isotónicase consideró equivalente

al potencial hídrico del tejido. Es difícil que la tonicidad del tejido coincida con exactitud con alguna de las soluciones, por lo que se elaboró una regresiónpolinómica de segundo grado (software Sigma plotv.14)con el cambio de peso y la tensión de las soluciones. Se utilizó la formula general x={[-b±√(b^2-4ac)]/2a} para ecuaciones de segundo grado para obtener el valor de la tensión cuando el cambio de peso es 0. en el cual se considera una condición de isotonicidad equivalente al Ψ_w del tejido de nopal. Se realizó un análisis de varianza entre las variedades y las series con el software Minitab v.17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo una serie soluciones con 15 diferentes concentraciones con un rango de tensión entre -0.276 y -2.482MPa (Figura 1) de acuerdo con Salisbury y Ross(1994) es un rango lo suficientemente amp

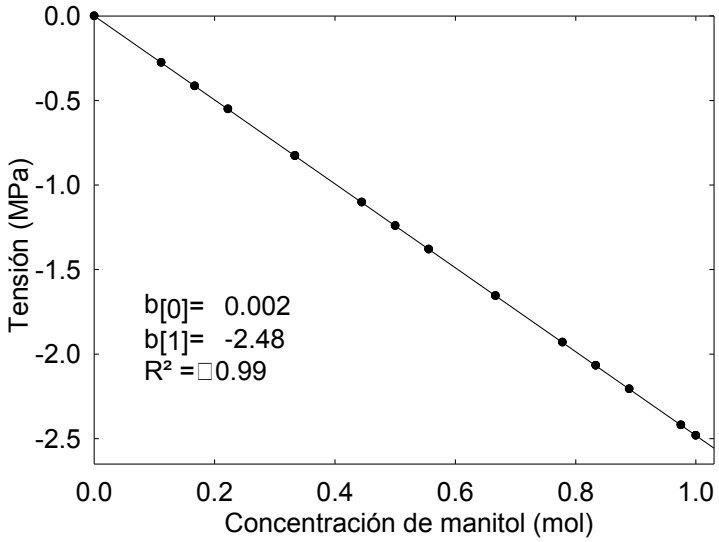


Figura 1. Relación entre un gradiente molaly la tensión en soluciones de manitol.

Se realizaron tres mediciones, al cabo de 3 hel peso se mantuvo constante en los fragmentos de tejido expuestos a soluciones con baja tensión. Los explantes sometidos a concentraciones entre 0.111 m (-0.275MPa) y 0.333 m (-0.826MPa) absorbieron agua. A partir de la concentración 0.333 m (-0.826MPa) el tejido perdió peso gradualmente. Hay que considerar que la membrana plasmática es semipermeable; sólo permite el paso de agua y selectivamente algunos solutos. Cuando la tensión de la solución es menor que en el interior de las células, el agua tiende a entrar y se produce un estado de turgencia. Por el contrario, cuando la tensión es mayor en el exterior, el agua tiende a salir de las células y adoptan un estado de plasmólisis; la perdida de agua reduce el volumen del citoplasma y provoca una separación entre la membrana

y la pared celular (Azcón-Bieto, 2002).Con ambas series es factible estimar las condiciones de isotonicidad para tejidos de nopal tunero ‗Rojo Liso' y ‗Rojo Dalia' (Figura 2) y así poder evaluar su Ψ_w.Por otro lado, utilizar concentraciones muy altas pudieran ser innecesarias y en su caso mejor utilizar concentraciones cercanas al punto de isotonicidad para reducir la variabilidad y tener n

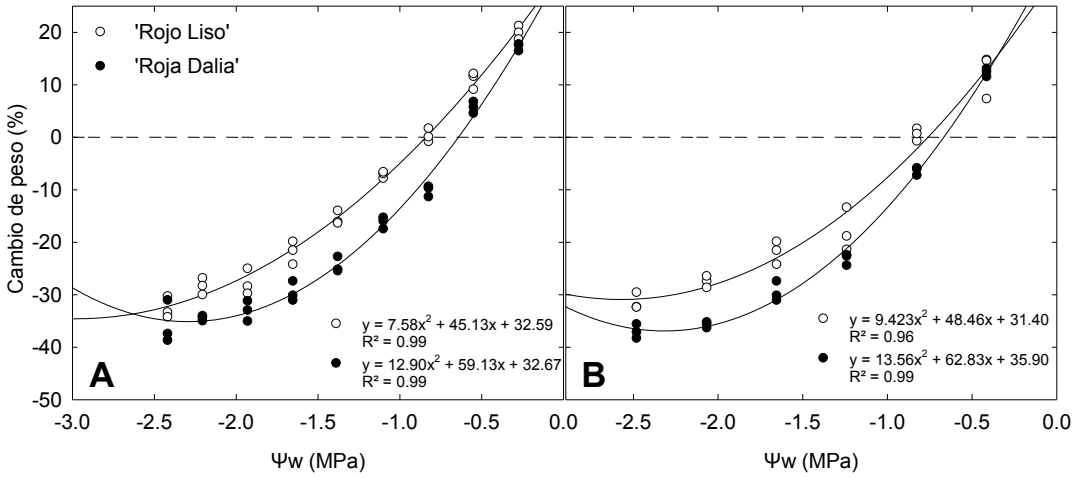


Figura 2. Relación entre la tensión ejercida por soluciones de manitol y el cambio de peso (%)en tejido de nopal tunero ‗Rojo Liso' y ‗Rojo Dalia' con dos series de diferentes concentraciones de manitol. A: S1 con nueve concentraciones y B: S2 con seis concentraciones.

El cambio de peso presentó un patrón polinómico de segundo grado; posiblemente debido al diferencial de resistencia de la membrana celular a potenciales hídricos muy bajos. El análisis de regresión indica valores muy similares para la misma variedad en las dos series (Figura 2).

De acuerdo con el análisis de varianza no existe diferencia significativa (p=0.39)entre las series,por lo que de acuerdo con estos datos el método es útil para determinar el Ψ_w de cladodios de nopal. El valor estimado del potencial hídrico de vegetales por este método debe estar incluido dentro de un rango de tensiones posibles y no en los extremos para lograr una mayor precisión (Salisbury y Ross, 1994). Se considera que existe diferente respuesta entre genotipos de la misma especie en este caso no fue la excepción se encontró diferencia (p=0.00) en el Ψ_w de cada variedad (Cuadro 1).

La variedad Rojo Liso presento los valores más bajos de Ψ_w (S1; -0.758 y S2;0.841MPa) con ambas series y la variedad Roja Dalia (-0.667 MPa) presento el mismo valor en las dos series (Cuadro 1). Estos datos indican que ‗Roja Dalia' es más susceptible al estrés hídrico, puesto que las plantas en campo presentaban un marchitamiento más evidente que ‗Rojo Liso'. Estos

datos señalan que cada variedad reacciona diferente a las condiciones del medio; por lo que los programas de manejo deben ser específicos para cada variedad si se quiere obtener un beneficio óptimo.

Cuadro 1. Potencailhidrico (Ψ_w) en nopal tunero determinado con dos series de soluciones de manitol.

Variedad	S1 (Ψ_w; MPa)[Z]	S2 (Ψ_w; MPa)
Roja Dalia	-0.667 [a]	-0.667 [a]
Rojo Liso	-0.758 [b]	-0.841 [b]

Z; Los valores con distinta letra dentro de la misma columna indican diferencia estadistica.

El estudio del estado hídrico es una herramienta que poco se ha considerado en el cálculo y diseño de calendarios de riego; para saber los límites de confort y de tolerancia para diferentes niveles de irrigación, entre especies y entre variedades que permitan tener un manejo más preciso del sistema de producción.

CONCLUSIONES

Con este método se pueden realizar evaluaciones para conocer el estado hídrico de diferentes variedades de nopal tunero. El rango de concentraciones de manitol debe incluir al menos una que se aproxime al estado de equilibrio entre la solución y el tejido; las diluciones preferentemente deben estar muy cercanas al punto de isotonicidad para lograr mayor precisión.

El potencial hídrico entre las variedades Rojo Liso y Roja Dalia fue diferente. Esta variable debe incluirse en el cálculo de programas de riego; puesto que en la actualidad las necesidades se consideran igual para todas las variedades.

Se requiere fortalecer esta área la fisiología vegetal con más estudios relacionados, validación y aplicación de los resultados que permitan mayor precisión en el manejo no solo de nopal sino de otros cultivos de alta demanda hídrica.

BIBLIOGRAFÍA

Azcón-Bieto, J. 2002. Fundamentos de fisiología vegetal: McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

Burlyn E. Michel, Olson K. Wiggins, AndWillam H. Ourlaw, Jr. 1983. A GuidetoEstablishingWaterPotentialofAqueousTwo-Phase Solutions(PolethyleneGlycolplusDextran)byAmendmentwith Mannitol.PlantPhysiol 72:60-65.

Cushman J. C., y H. Bohnert, 1997.Molecular genetics of crassulacean acid metabolism.PlantPhysiology 113: 667-676.

Franco-Salazar, V. A., y Véliz, J. A. 2007. Respuestas de la tuna [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] al NaCl. Interciencia, 32:125-130.

Hernández-González, O., and Villarreal, O. B. 2007. Crassulacean acid metabolism photosynthesis in columnar cactus seedlings during ontogeny: the effect of light on nocturnal acidity accumulation and chlorophyll fluorescence. American Journal of Botany 94:1344-1351.

Inglese, P., Mondragon, C., Nefzaoui, A., and Saenz, C. 2018. Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 244p.

Lüttge U. 2004.Ecophysiology of crassulacean acid metabolism (CAM). Ann. Bot. 93:629-652.

Morse H. N. 1914.The osmotic pressure of aqueous solutions.Investigations Made in the Chemical Laboratory of the Johns Hopkins University during the years 1899-1913.Carnegie Institution of Washington. 242p.

Nobel, P. S. 1969. The Boyle-Van't Hoff relation. Journal of Theoretical Biology, 23:375-379.

Nobel, Park S. 2002. Cacti: biology and uses. University of California Press.280 p.

Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología vegetal. Traduccióna l español. Grupo Editorial Iberoamérica. México, D.F.

SIAP. 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Resumen 2017. https://www.gob.mx/siap. Acceso. 5-08-2018.

Taiz, L., and Zeiger, E. 2002.Plant Physiology: Sinauer Associates, Incorporated.

DINÁMICA DE CRECIMIENTO DE FRUTOS DE DURAZNO [*Prunnus pérsica* (L.) Batsh] CRIOLLO EN RESPUESTA AL ABONADO ORGÁNICO

Valentín Melero Meraz*[1]; Alberto Ruiz Lara[2];Ramón Gutiérrez Luna[1]

[1]INIFAP-Campo Experimental Zacatecas, Kilómetro 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R., Zac. C.P. 98500; Universidad Autónoma de Zacateas, Unidad Académica de Biología.
*melero.valentin@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El durazno [*Prunuspersica* (L.) Bastch] es la tercera especie frutal de clima templado más cultivada en el mundo. En México, es uno de los más explotados, se produce en 26 estados prácticamente, en las cuatro estaciones del año. El 70% de la producción se concentra en Michoacán (32,567 t), Zacatecas (25,921 t), Chihuahua (23,391 t), Edo. México (22,987 t) y Puebla (22,069 t). Esta fruta tiene un alto valor económico y nutricional. Anualmente se cosechan cerca de 180,000 t con un valor de $1, 400 millones (SIAP-SAGARPA, 2018). Zacatecas es un estado importante en este cultivo. Existen alrededor de 9,000 ha y se considera que 2, 500 familias se dedican a cultivarlo. El durazno que se produce en el Estado goza de un gran prestigio a nivel nacional por los atributos que le confieren su relativa calidad (piel y pulpa de color amarillo, hueso pegado, agradable sabor, dulzor y aroma) es apreciado para consumo en fresco o para proceso. (SIAP-SAGARPA, 2018; Torres, 1982).

El 90 % de los huertos de durazno en Zacatecas se deben básicamente a la riqueza genética que ha proporcionado la selección masal de los mejores criollos. Esta situación ha mitigado en parte los problemas de adaptación; sin embargo, por la naturaleza heterogénea de los genotipos criollos, existen áreas de mejora en el manejo cultural enfocado a obtener fruta de buena calidad. Por ejemplo, se sabe que no todos los criollos responden satisfactoriamente al raleo (Zegbe-Domínguez y Esparsa-Frausto, 2007), se sabe poco de la respuesta de fruta criolla al manejo postcosecha o a condiciones de frigoconservación (Crisosto, 2005) y dinámica de mercadeo (Rumayor*et al.,* 2011).Otra área que se ha explorado poco en Zacatecas es lo relacionado con la nutrición del árbol tanto en temporal como en riego.

EL productor zacatecano tradicional fertiliza sin considerar un análisis de suelo, análisis foliar, tipo de fertilizante, etapa fenológica, condición de humedad, y en ocasiones solo la realiza por imitación. En sistemas agrícolas, el suministro adecuado de nutrientes al cultivo es uno de los factores que definen su productividad (Cassanova*et al.,* 2007). De acuerdo con Agusti (2008), la extracción de los nutrientes que más requieren los árboles frutales es de 140 kg•ha^{-1} de N, 100-

120 kg•ha^{-1} de P_2O_5, y 60-80 kg•ha^{-1}de K_2O dependiendo del rendimiento meta; pero, no solo estos nutrientes son importantes, también los microelementos; además un componente que rara vez se considera es la micro biota edáfica (Adesemoye*et al.,* 2009). De manera que existe una alta dependencia del suministro de nutrientes que provienen de síntesis industrial, bajo la necesidad de producir la demanda de alimentos necesaria para el incremento demográfico. Esto ha llevado a un deterioro exponencial de los suelos; puesto que ya no se le devuelve los sólidos perdidos en la erosión, los microorganismos perdidos por el laboreo y es posible que ni los nutrientes extraídos por el cultivo (Hernández-Fuentes *et al.,* 2003).

Es por eso que se buscan alternativas fiables y sostenibles de suplementación de componentes edáficos. En la agricultura ecológica se le da gran importancia a este tipo de abonos por la habilidad de mejorar diversas característicasfísicas, químicas y biológicas del suelo. Las dosis que se ha aplicado en diversos estudios van desde las 2 a las 160 t•ha^{-1} (López-Mtz*et al.,* 2001; Luis *et al*., 2010). Los fertilizantes orgánicosactúan de la misma manera que los inorgánicosen término de su asimilación por la planta, ya que ambos, tienen que ser descompuestos en formas iónicas y unirse a los coloides del suelo y luego ser liberados en la rizosfera para ser asimilados; sin embargo, los nutrientes presentes en abonos orgánicos llevan un proceso más largo y complejo para estar disponibles (López-Mtz*et al.,* 2001).

Además de los problemas de los suelos, actualmente los consumidores están interesados en el origen de los productos frescos que consumen, como fueron cultivados, enfatizando su preocupaciónen la posible contaminaciónpor agroquímicos. Por esa razón en la actualidad los productos agrícolas orgánicos son de alta preferencia por el consumidor (Luis *et al*., 2010).

A pesar que se han probado muchos de los beneficios en rendimiento, propiedades físico-químicas, aspectos nutricionales, entre otras característicasde la fertilización orgánica el productor tradicional se resiste a aceptar esta práctica aun cuando tiene la fuente del material, puesto que es usado en grandes cantidades. Esto por la duda de que se reduzca el rendimiento o la calidad de los productos (López-Mtz*et al*., 2001; Muñoz *et al*., 2014).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el tamaño y crecimiento de frutos de durazno criollo fertilizado con diferentes abonos orgánicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se plantean los resultados preliminares de un trabajo que se está conduciendo en la comunidad de Maravillas, en el municipio de Noria de Ángeles, Zac. Para ellos se utilizaron arboles de una huerta comercial, las plantas tienen 3 años de edad y están establecidos en un marco de 4 x 2.5 m. Durante el periodo de (feb-mar) floración se seleccionaron arboles de apariencia uniforme y sana. Y se sortearon cuatro tratamientos (Cuadro 1) con cuatro repeticiones tomando un árbol como unidad experimental.

Cuadro 1. Tratamientos de fertilización orgánica en durazno tipo criollo.

Tratamiento	Material	Dosis
CP 40	Composta	40 tha^{-1}
Vermi 40	Vermicomposta	40 tha^{-1}
Est 72	Estiércolsin conpostear	72 $tha^{-1}kg$
Lix 2.25	Lixiviado de vermicomposta	2250 Lha^{-1}
Mineral	Fertilización mineral	Criterio del productor

Posterior al cuajado de frutos se seleccionaron cuatro frutos ubicados en el sentido de los puntos cardinales, los cuales se les midió el diámetro ecuatorial evitando la sutura, semanalmente.

Al final del experimento se realizó un análisis de varianza del tamaño final de fruto entre los tratamientos y su dinámica de crecimiento con el software Minitab v.17 y Sigma plot v.12.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El periodo de desarrollo de fruto (PDF)duró aproximadamente 130 días (Figura 1), se trata de duraznos criollos de maduración intermedia, puesto que la mayoría de los duraznos de Zacatecas maduran en septiembre (Sánchez *et al.*, 2012). La dinámica de crecimiento presento un patrón doble-sigmoideo, típico de los frutales de hueso.

El PDFde durazno está dividido en tres fases, en la fase I existe un aumento de tamaño de fruto debido a una alta tasa de división celular, este periodo duró aproximadamente 48 días. Durante la fase II es casi imperceptible el crecimiento del fruto, debido a que gran parte de la energía se canaliza a la protección del embrión, en esta etapa solo hay endurecimiento del hueso y un reducido crecimiento vegetativo en este trabajo la fase II se prolongó por 50 días, por ultimo hay una tercera fase que precede a la maduración en este periodo (36 días en este trabajo; Figura

1) el fruto demanda una ata cantidad de fotosintatosque crean un gradiente de presión negativo y las vacuolas tienden a absorber grandes cantidades de agua; por lo que el fruto crece exponencialmente por efecto de la distención celular. Es vital que el árbol no padezca estrés hídrico ni deficiencias de calcio durante este periodo (Grossman y DeJong, 1994; Layne y Bassi, 2008).

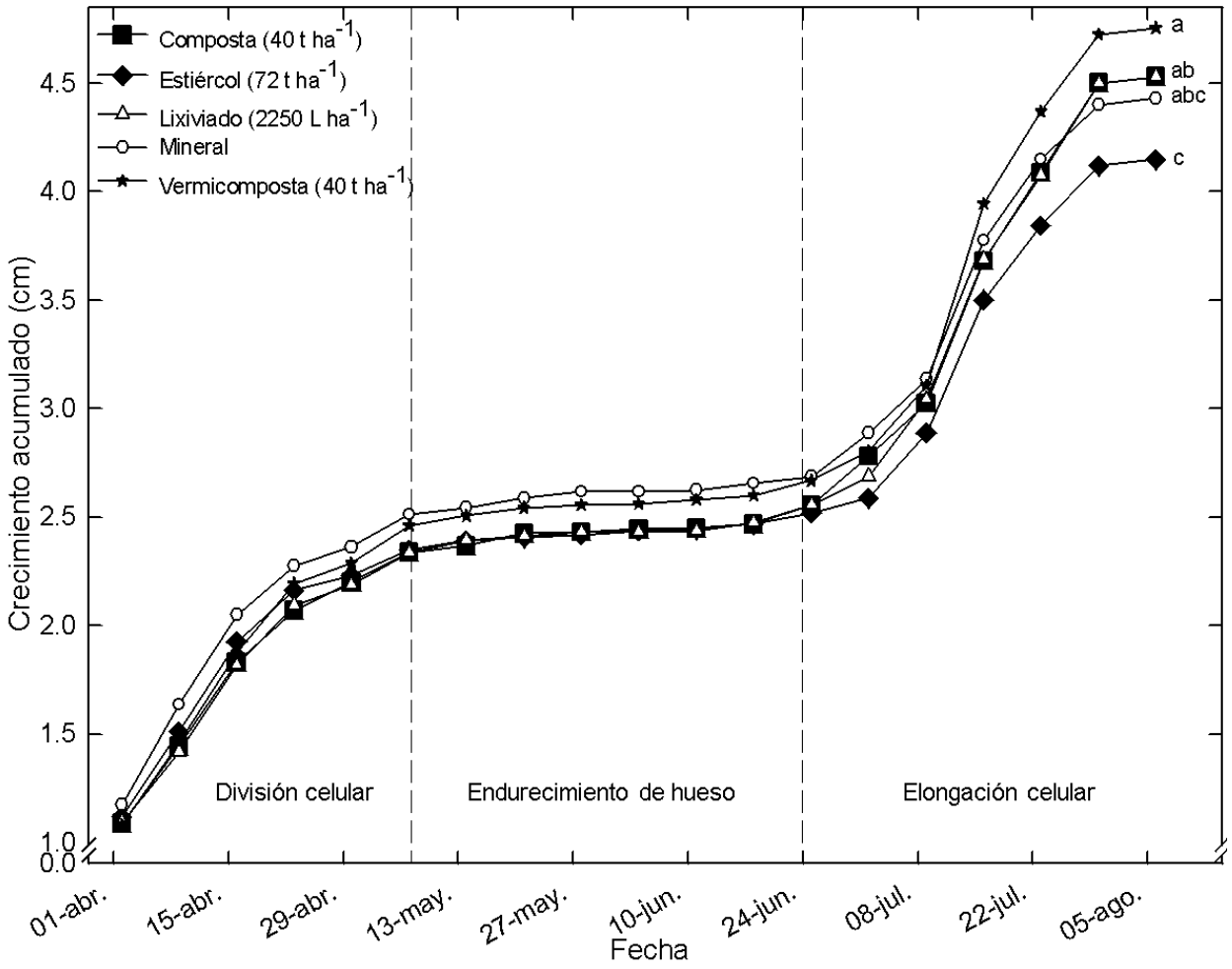


Figura 1. Dinámica de crecimiento de frutos de durazno en respuesta a diferentes fuentes de fertilización orgánica, la series con distinta letra indican diferencia estadística ($p<0.05$).

La dinámica de crecimiento muestra diferencias en las tasas de aumento de tamaño, durante las fases I y II de desarrollo del fruto el tratamiento con fertilizantes sintéticos muestra que los frutos crecen más rápido que el resto de los tratamientos; sin embargo, en la fase III se nota una menor tasa de distensión celular. La forma química de los fertilizantes sintéticos promueve efectos inmediatos en los cultivospues presenta elementos mineralizados y disponibles. Por otro lado, es posible que la presión de solutos que provoca la fertilización sintética provoque un crecimiento de frutos debido a mayor tasa de elongación celular en las dos primeras fases. La

vida útil de los fertilizantes sintéticos una vez aplicados es más corta que los abonos orgánicos y conforme se va extinguiendo, su efecto también se va atenuando como se refleja en la tercera fase del PDF (Barker y Pilbeam, 2016). Contrario a lo que ocurre con los abonos orgánicos, que tienen un efecto considerado a largo plazo debido a que tienen que pasar por un proceso de degradación y mineralización para que los nutrientes estén disponibles, de manera que el total de nutrientes no están disponibles inmediatamente (Dúran*et al*, 2016) pero su disponibilidad se prolonga por más tiempo como lo muestran los tratamientos (CP 40, Vermi 40 y Lix 2.25) con abonos que tuvieron un periodo de trasformación (Figura 1).

De acuerdo con este trabajo con la composta, el lixiviado de lombricomposta y la vermicomposta, se pueden obtener frutos del mismo tamaño que cuando se utilizan fertilizantes de síntesis industrial (Cuadro 2). Como se describe un material destinado al abonado orgánico es de mayor utilidad cuando ha sido trasformado previo a la aplicación en el cultivo (Luis *et al*., 2010). El efecto en el vegetal es simultaneo al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas a través del incremento de la actividad microbiana, capacidad de agregación, aireación y retención de agua en el suelo (Doran *et al.,* 1998; Stamatiadis*et al.,* 1999).

Cuadro 2. Tamaño final de frutos de durazno criollo abonado con diferentes materiales orgánicos.

Tratamiento	Diametro ecuatorial final (cm)
CP 40	4.50ab
Vermi 40	4.73a
Est 72	4.12b
Lix 2.25	4.50ab
Mineral	4.40ab

Las medias marcadas con distinta letra indican diferencia estadística ($p<0.05$).

En este trabajo se muestra que la vermicomposta promueve un mayor crecimiento (4.7 cm) de los frutos de durazno que cuando se utiliza el estiércol fresco; se obtuvieron frutos de casi 5cm (Figura 1; Cuadro 2). La lombricomposta se ha considerado como un abono con múltiples beneficios tanto para el suelo como para los vegetales. Entre los factores que benefician a las plantas están la carga de microorganismos benéficos, la cantidad de ácidos húmicos, fulvicos, y policarboxílicos, precursores de promotores del crecimiento vegetal, entre otras características (Doran *et al.,* 1998; López-Mtz*et al.,* 2001;Harrison, 2008; Luis*et al*., 2010).

En este experimento se observa una tasa de crecimiento más baja al aplicar estiércol sin compostear que el resto de los tratamientos;se refleja una baja disponibilidad de nutrientes;

además, fueron los frutos de menor tamaño; 4.1 cm (Cuadro 2). Se señala que cuando se aplican excretas frescas a los cultivos puede disminuir la disponibilidad de nitrógeno para la planta debido al aumento de la actividad bacteriana durante la degradación del material; esto provoca una reducción en la absorción y su efecto negativo en el desarrollo de órganos (Barker y Pilbeam, 2016).

CONCLUSIONES

El periodo de desarrollo de fruto de durazno fue de la misma longitud para los cinco tipos de fertilización, por lo que no se altera su época de cosecha.

La fertilización con composta, lixiviado de lombricomposta o vermicomposta no afecta la dinámica de crecimiento de fruto de durazno y se pueden alcanzar los mismos calibres que cuando se usa fertilizante de síntesis.

Con el uso de estiércol fresco se obtienen frutos de menor tamaño que cuando se utiliza composta, lixiviado de lombricomposta o vermicomposta.

Estos son resultados parciales del experimento ya descrito, donde se evaluará la calidad del fruto, el rendimiento y el estado de fertilidad del suelo. Por lo que se requiere de estudios mas complejos para determinar dosis, programas con base en la fenología de la planta, entre otros aspectos.

BIBLIOGRAFÍA

Adesemoye, A. O., Torbert H. A., AndKoepper J. W. 2009. Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. Microbecol 58:921-929.

Agusti, M. 2008. Fruticultura. Ed. Mundi prensa. España. 494 p.

Barker, A.V. and D.J. Pilbeam. Handbook of Plant Nutrition: CRC Press, 2016.

Cassanova, F., Ramírez L., y Solorio S. 2007. Interacciones radiculares en sistemas agroforestales: mecanismos y opciones de manejo. Avanceseninvestigaciónagropecuaria 11:41-52.

Crisosto, C. 2005. Peach quality and postharvest technology. Acta Horticulturae, 713, 479-488.

Doran, J. W.; Elliott, E. T.; Paustian, K. 1998. Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. Soil&TillageResear, 49, 3-18.

Dúran P, A., Váquez H, A., Zetina L, R.,y Meneses M.I. 2016. Producción de de abonos orgánicos y aplicación de biofertilizantes en hortalizas en medio protegido. INIFAP. 93p.

Grossman, Y. L., and DeJong, T. M. 1994. PEACH: A simulation model of reproductive and vegetative growth in peach trees. Tree Physiology, 14(4), 329-345.

Harrison, R. B. 2008. Composting and Formation of Humic Substances. In S. E. Jørgensen& B. D. Fath (Eds.), Encyclopedia of Ecology (pp. 713-719). Oxford: AcademicPress.

Hernández-Fuentes, A., Saucedo-Veloz, C., Colinas-León, M., Rodríguez-Alcazar, J., Flores, J. C., y Sánchez-García, P. 2003. La fertilización en la calidad postcosecha de durazno (Prunuspersica L. Batsch) bajo frigoconservación. Revista Chapingo Serie Horticultura, 9(1), 115-133.

López-Mtz, J. D., Díaz, A., Martínez, E., y Valdez, C. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra, 19:293-299.

Luis, G. H. J., Salazar, S. E., Ignacio, O. C., Fortis, H. M., y Idilio, T. E. H. 2010. Agricultura Orgánica. 431p.

Muñoz V, J. A., Velásquez V, M. A., Osuna, E. S., y Macías R, H. 2014. El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. Revista Chapingo Serie Zonas Aridas, 13(1).

Rumayor, R. A. F., Sánchez, T., B. I, y Zegbe, D., J. A. 2011. Estudio sensorial como estrategia de mercadotecnia para el durazno mexicano. Xv Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas, 189-196.

Sánchez, T. B. I., Zegbe, D. J. A., y Rumayor, R. A. F. 2012. Producción y comercialización del durazno criollo de Zacatecas. Folleto técnico No. 43. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 43 P.

Stamatiadis, S.; Werner, M.; Buchanan, M. 1999. Field assessment of soil quality as affected by compost and fertilizier application in a broccoli field (San Benito Country, California). Appl. SoilEcol, 12, 217-225.

Zegbe-Domínguez, J. A., y Esparsa-Frausto, G. 2007. Poda de ramas mixtas y raleo de frutos: prácticas culturales independientes en durazno ‗victoria'. RevistaChapingoSerieHorticultura, 13(2), 121-126.

RENDIMIENTO DE SORGO FORRAJERO USANDO DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZANTES ORGANICOS E INORGANICOS.

Jorge Alberto Granados Niño[1], Jesús Granados García[1], Tania Alejandra Vázquez Cardona[1]y Edmundo Castellanos Pérez[1].

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo km 32 Ejido Venecia, Durango. México.
lmi_granados@hotmail.com

INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este trabajo es demostrar que con aplicaciones de diferentes fuentes de fertilizante orgánico se mejora la productividad del sistema de producción de forrajes de la región lagunera en este caso del cultivo de sorgo forrajero (*Sorghumvulgare. Pers*). Se mejoran la fertilidad de los suelos y se promueve una reducción del uso de fertilizantes químicos. Los abonos orgánicos presentan características como son entre otros; contaminar menos el medio ambiente, así como mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo y hacer más rentable la producción. Partiendo de esto, se trabajó en el cultivo de sorgo forrajero, usando diferentes fuentes de fertilización orgánica y comparar con el uso de fertilizantes inorgánicos como testigo. Al establecer el cultivo, la meta principal es obtener los mejores rendimientos posibles de acuerdo a la zona agroecológica y localidad donde se lleve a cabo. Los sistemas ganaderos de explotación intensiva se han incrementado en varias partes del mundo trayendo consigo logros en la economía, pero también un incremento en la demanda de fertilizantes para la producción de forrajes, necesarios en la alimentación del ganado bovino productor de leche. Lo anterior ha traído repercusiones ambientales por el manejo de estiércol sólido y aguas residuales generadas en la ordeña y limpieza de corrales (Casas *et al*., 2009). Los nutrientes de los alimentos al ser digeridos y absorbidos por los animales, son utilizados por estos para su mantenimiento y producción; no obstante una parte de los nutrientes no son aprovechados y son excretados en las heces y en la orina (Gonzales y Ramírez 2005). La baja eficiencia de uso de nutrientes por el ganado bovino lechero hace que el estiércol y la orina contengan cantidades importantes de nitrógeno (N), fosforo (P) y otros nutrientes. Actualmente los altos precios de los fertilizantes químicos inciden en una baja rentabilidad de la agricultura. En los sistemas de producción forraje-leche es recomendable utilizar el estiércol como un fertilizante en cultivos forrajeros, de tal manera que se reciclen los nutrientes dentro de la misma unidad de producción logrando disminuir costos de fertilización y reducir riesgos de contaminación al ambiente.El N presente en el estiércol está sujeto a pérdidas como volatilización por amoniaco, desnitrificación, lixiviación, inmovilización y otros que en conjunto pueden alcanzar el 48 % del

N aplicado (Meisinger*et al*., 2008). Con el dato de mineralización de N se puede utilizar el método de balance para estimar dosis de aplicación de estiércol en cultivos forrajeros (Cueto *et al*., 2005; Márquez *et al*., 2006); la información requerida es: Meta de rendimiento del cultivo, extracción de N para producir una tonelada de forraje en MS, contenido de N en el suelo disponible al cultivo, contenido de N en el estiércol.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo de investigación se realizó en el Ejido Reforma. La localidad está situada en el Municipio de Gómez Palacio, en el estado de Durango. En el kilómetro 25 de la carretera Gómez Palacio–Tlahualilo. En este estudio se consideraron tres tipos de abonos orgánicos que fueron: Estiércol bovino, lixiviado de lombricomposta y extracto de biodigestor así como un testigo que fue fertilizante inorgánico usado como mezcla Fosfato Monoamonico (MAP) 11-52-00 y Urea (46-00-00), formándose los tratamientos experimentales como se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Cantidad aplicada de cada uno de Tratamientos experimentales en el cultivo de sorgo forrajero.

TRATAMIENTOS	Repetición/ experimental (90 M^2)	Tratamiento/ experimental (270 M^2)	Por/M^2	Calculado /Ha
TI. Extracto de Biodigestor (lts)	600	1800	6.666666667	66666.66 lts
TII. Lixiviado de lombricomposta (lts)	300	900	3.333333333	33330.33 lts
TIII. Estiércol de bovino (kg)	540	1620	6	60 ton
Testigo. Fert químico (MAP+urea) (kg)	2.7	8.1	0.03	100+200 kg

Las fuentes de fertilizante orgánico fueron analizadas previamente en el laboratorio, para conocer su composición química y el aporte de nutrientes. Para el cálculo del aporte de nutrientes por hectárea de los tratamientos experimentales, se consideró la composición química de cada uno de las fuentes de fertilizante utilizados, para el caso de las fuentes orgánicas de fertilizante se usó la información que se muestra en el cuadro 2. Para el caso de los fertilizantes inorgánicos, su concentración en porcentaje, la urea 46% de nitrógeno (46-00-00), para el Fosfato mono amónico (MAP) 11% de N y 52% de P (11-52-00).

Cuadro 2.Composición química de las fuentes de fertilizantes orgánicos que se usaron para el trabajo experimental con sorgo forrajero.

Compuesto Químico	Extracto de Biodigestor	Lixiviado de lombricomposta	Estiercol de bovino
pH	7.3	7.26	10.08
MO (%)	0.47	1.59	44.05
Carbonatos total (%)	9.85	14.68	21.6
Nitrogeno (%)	0.16	0.42	1.3
Fosforo (%)	0.07	0.17	0.87
Potasio (%)	0.38	0.65	1.15
Calcio (%)	1.3	1.41	3.27
Magnesio (%)	0.1	0.12	1.87
Sodio(%)	0.15	0.19	1.71
Fierro (ppm)	2.3	4.8	7.1
Cobre (ppm)	0.24	0.77	5.0
Zinc (ppm)	1.4	3.7	9.21
Manganeso (ppm)	1.79	2.25	6.34

El trabajo se realizó en colaboración con un productor cooperante en una parcela de Sorgo forrajero en el año 2016.Para este trabajo se utilizó la variedad de sorgo ***"silo miel"***, con una densidad de siembra de aproximada de 222,133 plantas por hectárea sembrados con máquina de precisión, con una distancia entre surcos de 0.75 m.El trabajo se realizó en una parcela de 1080 m^2. Que estuvo dividida en 12 sub-parcelas. Cada una con 10 m de largo y 9 metros de ancho. Una superficie por sub-parcela de (90 m^2.)En febrero se preparó el terreno en el cual se realizaron los trabajos de barbecho, rastreo, bordeo y nivelación. Los días 2 y 3 de abril se aplicó el estiércol al suelo incorporándolocon una rastra y se aplicó el riego de presiembra, el 13 de abril se rastreó en húmedo, la siembra se realizó el día 14 de abril, y se aplicó la mezcla de fertilizante químico (MAP + Urea) al tratamiento testigo, se aplicó todo el fertilizante MAP y el 50% del fertilizante urea. El día 26 de mayo al momento de la primera escarda se aplicó el 50% de Urea del resto del tratamiento testigo, posteriormente el día 28 de mayo, 23 de junio y 8 de julio se le dieron los riegos de auxilio, en donde se aplicaron los tratamientos con la fuentes orgánicas de fertilizante a base de extracto del biodigestor y lixiviado de lombricomposta que fueron aplicados aforados en el agua de riego. El 21 de julio se realizó el cuarto y último riego de auxilio pero este fue ya sin aplicación de lixiviados. El 03 de agosto, se cosecharon los tratamientos y el testigo, en el cual se midieron las siguientes variables tomando tres muestras al azar de altura de plantas(cm), numero de hojas verdes, numero de hojas secas, número de plantas en 5 metros lineales (para determinar densidad de siembra)en las tres repeticiones, peso(kg) de las plantas en 5 metros lineales (para determinar rendimiento por tratamiento y por hectárea), así mismo se seleccionaron 8 plantas al azar dentro de los 5 metros lineales en las tres repeticiones por tratamiento, de las 8 plantas, dos se cortaron y se depositaron en bolsas de papel previamente identificadas y se pesaron en una báscula digital para obtener el peso por planta dentro de cada repetición por tratamiento, las 5 plantas restantes se separaron hojas,

tallos y panojas y se depositaron en bolsa de papel previamente identificadas por repetición y tratamiento. Las muestras se pesaron con una báscula digital, se identificaron y se trasladaron al laboratorio,se secaron al sol por dos días y después en una estufa de aire forzado a 65ºC por 72 horas hasta peso constante, para determinar peso seco por muestra y por tratamiento. Para determinar los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de forraje se utilizó un Análisis de Varianza y comparación de medias de Duncan del diseño experimental completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Como resultado del presente trabajo de investigación en el cultivo de sorgo forrajero (*Sorghumvulgare. Pers*), donde se probaron diferentes fuentes de fertilización orgánica, además de fertilizantes inorgánicos como testigo para evaluar su influencia en el rendimiento del cultivo de sorgo forrajero. Para el caso del rendimiento de forraje en forraje verde (FV) y en materia seca (MS) en kg* Ha^{-1}, respectivamente se obtuvo lo siguiente; para el TI, 61,727.77, 18,518.33; TII, 50,887.77, 15,266.33; TIII, 61,727.77, 18,518.33 y el Testigo, 55,404.44, 16,621.33, para estos resultados no se encontró diferencia significativa (P= 0.6243), como se muestra en el cuadro 3. En cuanto a rendimiento absoluto no se muestra diferencia estadística, sin embargo se observa diferencia entre tratamientos, donde el mayor rendimiento en materia seca favorece a TI y TIII con 18,518.33 kilogramos de MS/Ha, seguidos por el tratamiento Testigo con rendimiento de 16,621.33 kilogramos de MS/Ha, y mostrando los menores rendimientos el TII, con 15,266.33 kilogramos de MS/Ha, cuadro 3. Esto coincide con lo reportado por, Ferguson *et al.* (2005), que en un estudio de 10 años con maíz forrajero obtuvieron rendimientos de materia seca (MS) de17.3 kg ha^{-1} al utilizar estiércol para aportar el N que requiere el cultivo, comparado con 16 kg ha^{-1} cuando se utilizó fertilizante inorgánico. Asimismo, Márquez-Rojas *et al.* (2006) trabajando con sorgo forrajero, registraron rendimientos de 22.1 Kg ha^{-1} de MS con el uso de estiércol, y de 20.2 kg ha^{-1} al utilizar fertilizante químico. Igualmente que en el presente trabajo no hubo diferencia significativa en los resultados, lo cual nos indica que es factible sustituir fertilizantes inorgánicos por fuentes orgánicas. Estos resultados coinciden con otros autores (Ma *et al.,* 1999; Lithourgidis *et al.,* 2007, citados por Figueroa *et al* 2010), donde en un estudio con un enfoque similar de sustituir N del fertilizante por estiércol, registraron diferencias significativas, entre el testigo sin fertilizar y la aplicación de estiércol o fertilizante, pero solo hasta el tercer y cuarto año de evaluación en el mismo sitio.Figueroa *et al* 2010, en un trabajo similar usando estiércol bovino para evaluar efectos sobre el rendimiento de maíz forrajero, llevado a cabo de 2001 al 2003, reporta para 2001 que

no se registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en la altura final de planta, porcentaje de MS con respecto al rendimiento en verde y rendimiento de MS. El rendimiento de forraje en MS osciló de 15.3 a 17.8 kg ha^{-1}, observándose los valores más altos en el tratamiento con estiércol y en el testigo sin fertilizar. Los autores mencionan que la falta de respuesta al estiércol en el primer año se debió a que el N residual inicial estuvo en un nivel medio. Asimismo reporta que, el análisis combinado del rendimiento de MS en los tres ciclos indicó que las diferencias entre ciclos no fueron significativas. Con respecto a los tratamientos con fertilización, las parcelas con estiércol solo y fertilizante + compost superaron ($P \leq 0.05$) en rendimiento a los demás tratamientos, con cifras de 18.5 y 18.6 kg ha^{-1}, respectivamente. Asimismo, las parcelas con fertilizante solo y fertilizante + estiércol rindieron significativamente más ($P \leq 0.05$) que el testigo.Ferguson *et al,* 2005. Reportan que encontraron incrementos significativos a partir del cuarto año de aplicaciones anuales de estiércol, a dosis estimadas para cubrir el requerimiento de N del cultivo de maíz. López-Martínez *et al.,* 2001. Reportan que al incrementar la materia orgánica, así como el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo después de varios años de incorporar estiércol o compost, es que se atribuyen incrementos en rendimiento de forraje al utilizar estos abonos orgánicos.

Cuadro 3. Rendimientos de forraje verde en kilogramos de Materia seca, en toneladas por hectárea.

Tratamientos	Rendimiento en Kilogramos de FV/Ha	Rendimiento en toneladas de MS/Ha
TI. Extracto de Biodigestor	61,728 a	18,518.33 a
TIII. Estiércol de bovino (Ton)	61,728 a	18,518.33 a
TIV. Testigo. Fert. Químico (MAP+urea) (kg)	55,404 a	16,621.33 a
TII. Lixiviado de lombricomposta (lts)	50,888 a	15,266.33 a

Por otro lado en el cuadro 4, se presentan los resultados de los tratamientos experimentales donde se observa que en referencia al rendimiento en toneladas de Materia Seca por hectárea y aunque no hubo diferencia estadística (P= 0.6243) se observan diferencias en rendimiento total, con esta información se estimó la eficiencia de producción en ton MS por hectárea en relación a las unidades de fertilizante aplicado y podemos observar que el TI Extracto del biodigestor es superior con 0.1736093 ton de MS, seguido del Tratamiento Testigo que consistió en aplicaciones de fertilizante químico con valores de 0.1613721 ton de MS, seguidamente encontramos al TIII. Estiércol bovino con 0.1090550 ton de MS y finalmente al TII. Lixiviado de lombricomposta con 0.1090550 ton de MS.

Cuadro 4. Rendimiento en toneladas de forraje en Materia seca (MS) por hectárea y toneladas de MS de forraje por unidad de nitrógeno aplicado por tratamiento.

Tratamientos	Aporte de N	Rendimiento ton MS/Ha	Ton MS/unid N
TI. Extracto de Biodigestor (lts)	106.666	18,518.33	0.1736093
TII. Lixiviado de lombricomposta (lts)	139.987	15,266.33	0.1090550
TIII. Estiércol de bovino (Ton)	168	18,518.33	0.1102281
Testigo. Fert. químico (MAP+urea) (kg)	103	16,621.33	0.1613721

En la figura 1, se puede observar los resultados de trabajo experimental donde sobresalen los rendimiento del TI y TIII ambos con rendimientos promedio de 18,518.33 kilogramos de materia seca por hectárea, seguidos por el tratamiento testigo con 16,621.33 y finalmente el TII de lixiviado de lombricomposta con 15,266.33 kilogramos de MS por hectárea.

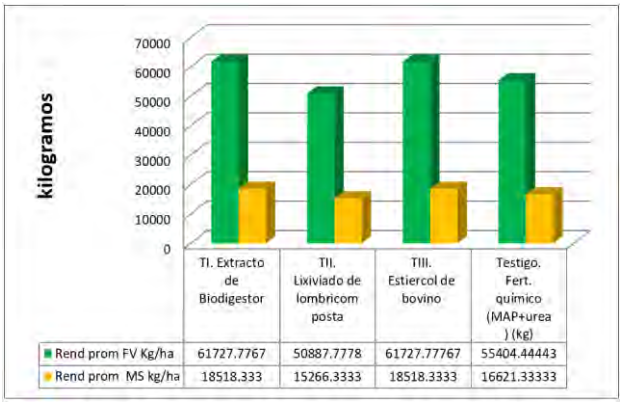


Figura 1. Rendimientos promedio de Forraje Verde (FV) y materia seca en kg/Ha de los tratamientos de fertilización orgánica y fertilizante químico.

Adicionalmente a los resultados antes mencionados y aunque no se analizaron estadísticamente en el cuadro 5, se presenta información relevante en cuanto altura de planta así como el número de hojas verdes y secas que pudieran predecir algún resultado. Mientras que en el cuadro número 6, se muestran datos relevantes del trabajo experimental en relación a proteína cruda, fibra neutro detergente (FND), fibra acido detergente (FAD), así como % de TND y Energía neta de lactancia, donde se puede observar algo relevante respecto a que en el tratamiento testigo es mayor el número de hojas secas con4.11±1.27 lo cual se puede atribuir a que la senecencia ocurre en la medida que se dan deficiencias de nitrógeno y que esto puede afectar la calidad en términos de digestibilidad al asumir un incremento en los porcentajes de FAD con valores de36.97±3.01 como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 5. Características vegetativas del cultivo del sorgo forrajero por tratamiento experimental.

Variable	TIV. Testigo. Fert. Químico (kg)	TIII. Estiércol de bovino (Ton)	TII. Lixiviado de lombricomposta (lts)	TI. Extracto de Biodigestor (lts)
Altura planta (cm)	298.89±16.16	310.89±8.39	308.88±8.34	309.00±9.84
No. hojas verdes	11.44±1.42	13.33±1.00	12.55±0.53	12.67±1.12
No. hojas secas	4.11±1.27	1.33±0.50	1.55±0.73	1.22±0.44

Cuadro 6. Característica de calidad del forraje del cultivo de sorgo como resultado de la aplicación de los tratamientos experimentales

Variable	TIV. Testigo. Fert. químico (kg)	TIII. Estiércol de bovino (Ton)	TII. Lixiviado de lombricomposta (lts)	TI. Extracto de Biodigestor (lts)
Proteína cruda (%)	8.50±0.20	9.27±1.15	8.87±1.46	9.17±0.94
Fibra neutro detergente (%)	57.09±3.85	52.75±2.28	57.83±2.47	58.04±6.25
Fibra acido detergente (%)	36.97±3.01	33.13±1.92	35.43±1.11	35.91±3.48
TDN (%)	59.14±3.22	63.25±2.05	60.79±1.22	60.27±3.75
Energía neta de lactancia (Mcal/kg)	1.33±0.08	1.42±0.04	1.36±0.03	1.36±0.09

CONCLUSIONES

Aun y cuando no existió diferencia significativa entre los tratamientos tal vez debido a bajo número de repeticiones se puede observar diferencias importantes en el rendimiento favoreciendo sobre todo en los tratamientos con extractos del biodigestor así como con el uso de estiércol, superando en ambos en un poco más de seis toneladas de forraje verde al tratamiento testigo donde se usó el fertilizante químico.Aunque la diferencia en rendimiento estadísticamente no fue significativa, el uso de fertilizantes orgánicos puede ser una buena alternativa económica y más sustentable para la producción del cultivo de sorgo forrajero en la región lagunera. Es recomendable continuar el trabajo de incorporar abonos orgánicos en el mismo sitio para incrementar el contenido de materia orgánica, mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo que permitan a mediano plazo incrementos significativos en rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA.

Casas, P.M.A, B.A. Rivas L., M. Soto Z., A. Segovia L., H.A. Morales M., M. I. Cuevas G y C.M Keissling D. 2009 Estudio de factibilidad para la puesta en marcha de los digestores anaeróbicos en establos lecheros en la ciudad de Delicias, Chih. México. Revista Mexicana de Agronegocios.

Ferguson SB, et al. (2005) *Protein kinase A regulates constitutive expression of small heat-shock genes in an Msn2/4p-independent and Hsf1p-dependent manner in Saccharomyces cerevisiae. Genetics 169(3):1203-14*

Figueroa-Viramontes, Uriel; Cueto-Wong, José A.; Delgado, Jorge A.; Núñez-Hernández, Gregorio; Reta-Sánchez, David G.; Quiroga-Garza, Héctor M.; Faz-Contreras, Rodolfo y Márquez-Rojas, José L. (2010)."Estiércol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero". Terra Latinoamericana 361-369.

Gonzales, A.E. Y L. Ramírez R. 2005. Variaciones del pH durante los procesos anaeróbicos de emisión de metano por el secado y la fermentación de excretas de ganado bovino en el centro de México. Revista internacional de Contaminación ambiental, Año/Vol. 21, numero 004. UNAM. México DF. Pp. 159-170.

López-Martinez, J. D., A. Díaz-Estrada, E. Martínez-Rubin y R. D. Valdez-Cepeda. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra 19: 293-299.

Márquez-Rojas, J. L., U. Figueroa-Viramontes, J. A. Cueto-Wong y A. Palomo-Gil. 2006. Eficiencia de recuperación de nitrógeno de estiércol bovino y fertilizante en una rotación sorgo – trigo para forraje. Agrofaz 6: 145-151.

Meisinger, J.J., Calderón, F.J. and Jenkinson, D.S. 2008. Soil nitrogen budgets. In: Schepers, J.S. and Raun, W.R. (Eds). Nitrogen in agricultural systems. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI. p. 505 – 562.

CRECIMIENTO DEL CHILE TIPO ANCHO EN FUNCIÓN DE LA APLICACIÓN FRACCIONADA DE COMPOSTA

Manuel Antonio Galindo-Reyes[1], Juan Enrique López-Hernández[2], René Félix Domínguez-López[2], Erick Baltazar-Brenes[1] y Osias Ruíz-Álvarez[1]

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes. Av. Universidad no.1001. Estación Rincón, Rincón de Romos, Ags. C.P. 20400. Correo electrónico: galindo.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

México se posiciona como el segundo productor de (*Capsicumannuum*) chile a nivel mundial con un total de 2, 294,400 toneladas, produciendo el 7.4% del volumen total mundial los horticultores mexicanos. Según (SIAP, 2016), se registró un incremento de 42% en las ventas a otros países. De esta manera, la producción anual del chile continua en acenso, durante el 2015 alcanzó un máximo histórico en el volumen de resultado del incremento en la superficie sembrada, y mejores rendimientos en la principal entidad productora (SIAP, 2016).

Este incremento ha obligado a los productores a perfeccionar los sistemas de producción agrícola, optando por la hidroponía, ya que en este tipo de sistema ofrece un mejor control de enfermedades de la raíz (Ansorena 1994), ya que son los principales problemas de este cultivo.

Por otro lado, es importante tener al alcance un sustrato que sea económico, con características físicas ideales, de fácil adquisición, así como ecológicamente amigable, para reducir costos de producción y evitar enfermedades.

Actualmente, existe creciente necesidad de encontrartécnicas que contribuyan al uso eficiente del agua y nutrientes,lo cual se puede lograr mediante la combinación de sustratos inorgánicos y orgánicos (Lazcano y Domínguez, 2010). Los sustratos orgánicos generalmente tienen alto contenido nutrimental; al respecto, Durán y Henríquez (2007) señalan que la lombricomposta es un sustrato que se caracteriza porsu alto contenido nutrimental, y altas capacidades de retenciónde agua y de intercambio catiónico.

Cuando se mezclan sustratos orgánicos con inorgánicos se enriquece con nutrimentos el sustrato resultante; no obstante, en condiciones de hidroponía se ha detectado que hay poco crecimiento y rendimiento de las plantas tratadas con composta en comparación con las plantas cultivadas con sustrato inorgánico, a pesar de la alta concentración nutrimental, ello sugiere que la mayoría de los nutrimentos aportados se pierden mediante lixiviación por el alto porcentaje de drenaje. En este sentido, Guzmán y Betancourt (2007) mencionan que el fraccionamientoen la dosis de los fertilizantes, especialmentelos nitrogenados inciden de manera significativa enel rendimiento y disminuye el porcentaje de pérdidade este elemento por volatilización y lixiviación.

Por este motivo el presente proyecto tiene el objetivo evaluar el fraccionamiento de la dosis de composta de origen bovino a lo largo de la etapa vegetativa del chile tipo ancho en condiciones de hidroponia (organoponia), ya que este material barato y muy accesible en toda la región de Aguascalientes.

MATERIALESYMÉTODOS

El experimento se estableció en un invernadero de tipo túnel, que está ubicado en el Campo Experimental Pabellón, en Aguascalientes; cuya localización es de 22° 09´ Latitud Norte y 102° 16´ Longitud Oeste y 1,920 m de altitud.

En este experimento se evaluaron cinco tratamientos (Cuadro1) de una dosis fraccionada de composta fraccionada en plantas de chile tipo ancho variedad San Matías. Dichos tratamientos se distribuyeronen condiciones de un diseño completamente al azar con diez repeticiones. Como repetición se consideró una bolsa con una planta de chile.

Cuadro 1. Tratamientos de aplicación de composta fraccionada evaluados en chile tipo ancho.

Tratamiento	Arena de rio (%)	Composta (%)	Número de aplicaciones de composta	Volumen de aplicación
1	100	0	Ninguna aplicación	0.000 Litro
2	90	10	Una aplicación al momento de llenar la bolsa	1.000Litro
3	90	10	Una aplicación al momento de llenar la bolsay otra cuatro meses después	0.500 Litro
4	90	10	Una aplicación al momento de llenar la bolsa y otra cada dos meses	0.250 Litro
5	90	10	Una aplicación al momento de llenar la bolsa y otra cada mes	0.125 Litro

Las plantas de chile tipo ancho se establecieron en condiciones de maceta con arena de rio y con composta de estiércol bovino y el volumen final de la maceta fue de 10 litros de sustrato. Así, el tratamiento 1 únicamente se le aplicaron 10 litros de arena de rio y el resto de tratamientos se les proporcionó nueve litros de arena de rio y un litro de como dosis de composta de manera fraccionada como se muestra en el Cuadro 1.

El trasplante se realizó de forma manual el día 12 de febrero de 2017, cuando el sustrato estaba totalmente seco e inmediatamente se dio un riego hasta saturar el sustrato.

El riego del cultivo se manejó de manera general aplicando cinco riegos diarios en días soleados y tres riegos en días nublados. Diariamente se aplicaron la solución nutritiva correspondiente al tratamiento y se suministraran los volúmenes por planta siguientes: 0.5 L en febrero, 1 L en marzo, 1.5 L en abril, 2 L en mayo, 2.5 L en junio a septiembre. Este volumen de agua de riego se ajustó con el método de la bandeja. Cuando incidió la mayor radiación y temperatura (12:00 y 16:00 horas), se trató de que el drenaje fuera mayor de 10%.

Las plantas que se les aplicó el litro de composta se les regó únicamente con agua acidulada con un pH que varió de 5.5 a 5.8 y las plantas que sólo llevaron arena de rio se le aplicó la solución nutritiva Steiner modificada. Para acidificar el agua y preparar solución se consideraron los análisis de agua del lugar, para saber qué cantidad de elementos químicos aporta y de esta manera poder balancear los aniones y cationes según su importancia en la nutrición.La solución nutritiva Steiner modificada se aplicó al 25% en la etapa de crecimiento vegetativo y al 50% en la etapa de crecimiento generativo.

Como variables de respuesta se tomó el crecimiento en diámetro, altura y número de hojas por plantade chile tipo ancho. Los muestreos se iniciaron dos semanas después del trasplante y con una frecuencia de 15 días aproximadamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta

En la Figura 1 se muestran los resultados del crecimiento de las plantas en los tratamientos de arena y compostade aplicación fraccionada, donde se observa todas las plantas presentaron la misma altura por los menos durante las primeras tres semanas después del trasplante. Después de las tres semanas del trasplante las plantas que recibieron un litro de composta en el momento de llenar las bolsas empezaron a superar en crecimiento a los demás tratamientos, lo anterior se atribuye a que estas plantas contaron con mayor volumen inicial de composta, como consecuencia dispusieron de mayor retención de y una mayor disponibilidad de nutrientes, debido a que se acidificaba el agua, para que liberara de los mismos que tiene la composta.

Con relación a los otros tratamientos prácticamente se comportaron de la misma manera en el crecimiento, aunque las plantas cultivadas en condiciones de arena sin composta numéricamente presentaron la menor altura (Figura1).

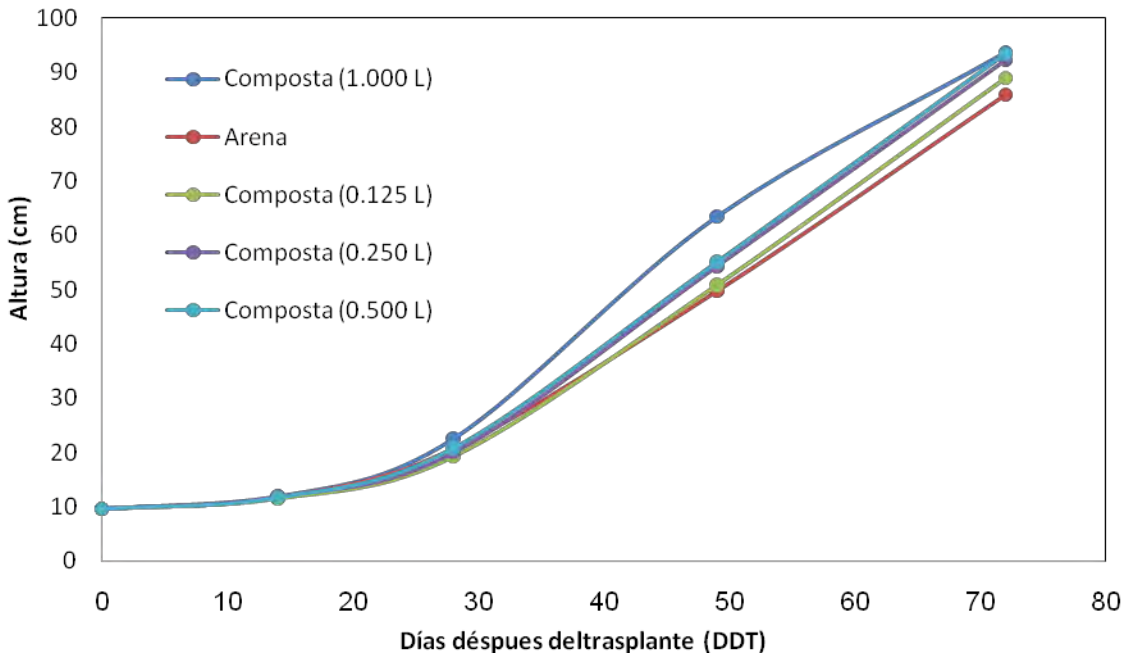


Figura 1. Altura de planta en chile tipo ancho con diferentes tratamientos de composta.

Diámetro del tallo

En la Figura 2 se aprecia los resultados de la medición del diámetro del tallo en las plantas en los diferentes tratamientos de arena y composta a diferentes dosis de la misma, en dicha figura se observa como hasta las tres semanas después del trasplante todas las plantas tenían prácticamente el mismo diámetro de tallo.

Después de las tres semanas después del trasplante, las plantas de los tratamientos que recibieron 1.000 y 0.500 litros de composta de estiércol bovino al momento del llenado de la bolsa manifestaron prácticamente el mismo diámetro de tallo que se aproximó a los ocho milímetros y en consecuencia superaron a las demás plantas. En contraste, las plantas a las cuales se le aplicó sólo arena y se regaron con la solución Steiner exhibieron los tallos más delgados, esto indica que los dos tratamientos más a altas de composta generan un crecimiento acelerado tanto en altura como en diámetro de la planta en comparación con los demás tratamientos.

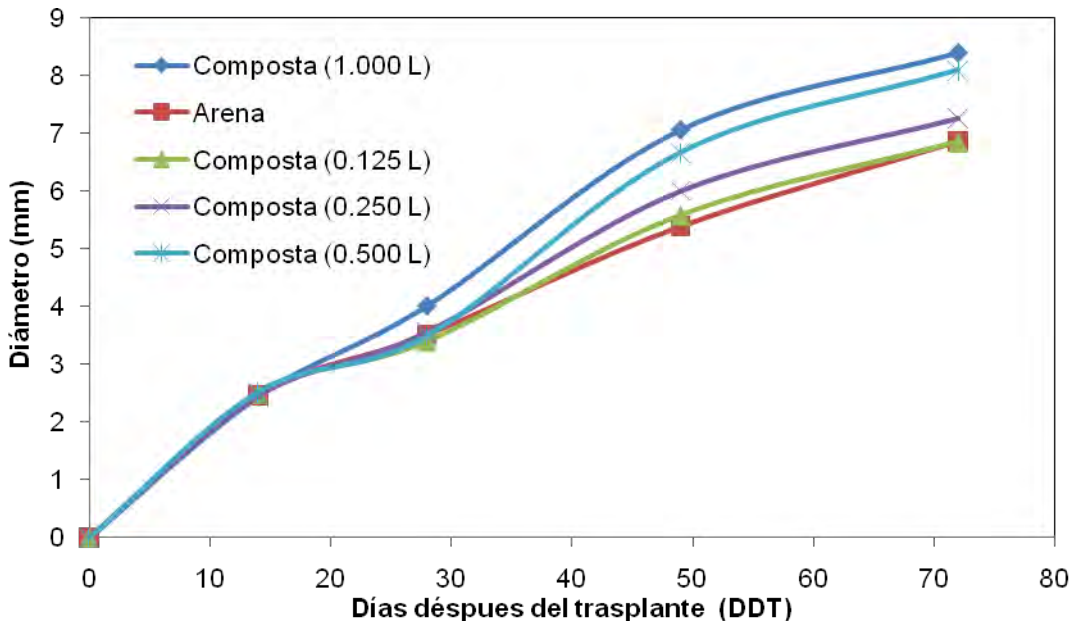


Figura 2. Diámetro de tallo de planta en chile tipo ancho en diferentes tratamientos de composta.

Número de hojas por planta

En la Figura 3 se observa el resultado del conteo de hojas de cada tratamiento, en la cual hasta los 28 días después del trasplante mostraban prácticamente el mismo número de hojas por planta (≈ 20 hojas). Pero después de las cuatro semanas después del trasplante se comenzaron a observar los cambios en algunos de los tratamientos, en el día 49 después del trasplante aproximadamente el tratamiento de composta sin fraccionar y el fraccionado en 0.500 L mostraron un despegue significativo a comparación de todos los otros tratamientos. Finalmente, las plantas que se les adicionó todo el litro de composta de estiércol bovino en una sóla aplicación produjeron mayor número de hojas por planta.

De manera general, las plantas que recibieron una y dos aplicaciones de composta mostraron hasta los 70 días después del trasplante un crecimiento vegetativo más acelerado al presentar mayor altura, diámetro de tallo y número de hojas, esto promovido por mayor volumen de sustrato, mejor retención de agua, mayor disponibilidad de nutrimentos, ya que en el riego que se aplicó con agua acidulada y esto puede mejorar condiciones para lograr mejor crecimiento de las plantas.

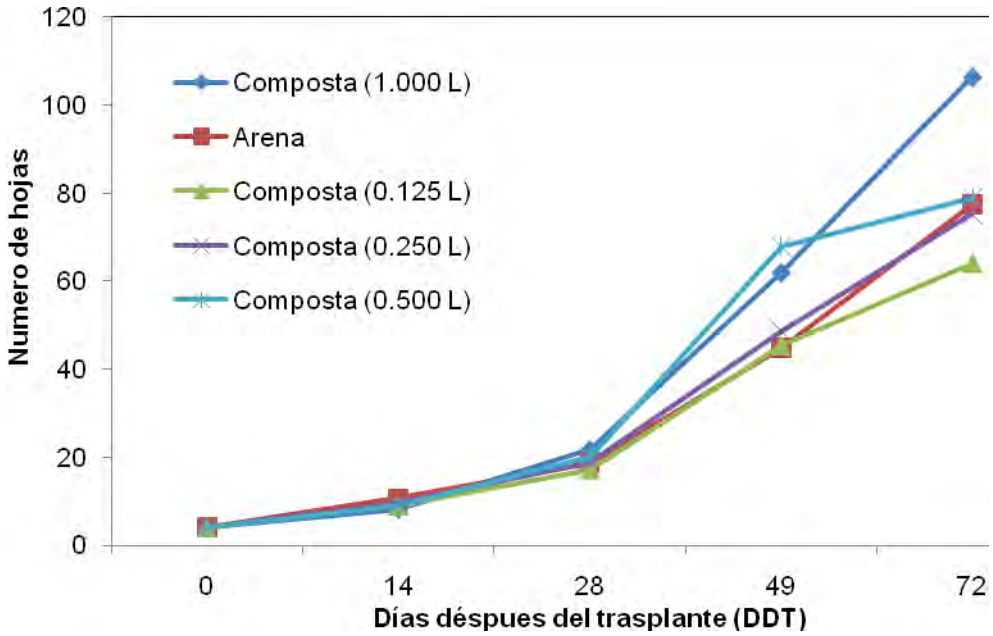


Figura 3. Número de hojas por planta en chile tipo ancho con diferentes tratamientos de composta.

CONCLUSIONES

Las plantas que recibieron una y dos aplicaciones de composta promovieron un crecimiento vegetativo más acelerado al presentar plantas con mayor altura, diámetro de tallo y número de hojas.

BIBLIOGRAFIA

Ansorena, M. J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Mundi-Prensa. Madrid, España. 172 p.

Durán L. y C. Henríquez (2007) Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Agronomía Costarricense 31:41-51.

Guzmán, F. M. y J. Betancourt O. 2007. Efectos de aplicaciones fraccionadas del fertilizante compuesto sobre la producción y niveles nutricionales de la palma de aceite en la plantación Palmas del Casanare. Palmas 28:449-456.

Lazcano C. and J. Domínguez. 2010. Effects of vermicompost as a potting amendment of two commercially-grown ornamental plant species. SpanishJournal of AgriculturalResearch 8:1260-1270.

SIAP. 2016. Anuario Estadístico de Producción Agrícola. Producción Agrícola 2016: Chile. https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/.

RENDIMIENTO DE SEMILLA DE CEBADA Y SU RELACIÓN CON LA DOSIS Y FUENTE DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Miguel A. Avila Perches[1]*, Mauro R. Zamora Díaz[2], A. Josué Gámez Vázquez[1], Ramón Huerta Zurita[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

En el mundo, la producción de cebada equivale a poco más de 143 millones de toneladas que se obtienen en cerca de47millones de ha, que se siembran anualmente, con un rendimiento promedio de 3.0 t ha^{-1}, por lo que es el quinto cultivo más importante, después de maíz, trigo, arroz y soya(Ullrich, 2011).

En México durante el 2017, se sembraron alrededor de 364,000 ha con cebada y se cosecharon 982,074 t, de las cuales el 55 % se obtienen en temporal durante el ciclo primavera-verano y el 45 % se producen en riego en el otoño-invierno. Los principales estados productores son Guanajuato e Hidalgo, que cosechan el 36.5 y 24.5 % respectivamente, de la producción nacional (SIAP, 2018).

En nuestro país, el 60 % de la producción 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(Schwentesius*et al*., 2004). México es el cuarto país productor de cerveza y es el principal exportador de esta bebida, ya que el producto 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 cercano a los3,800 millones de dólares.

La semilla para establecer la superficie de cebada en el país, se produce principalmente en el estado de Guanajuato bajo condiciones de riego, durante el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego, dondese 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, esrelevante 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 participan en el establecimiento y desarrollo de las plantas en el campo, en donde elaspecto 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).

En la actualidad, la rentabilidad en la producción de granos en El Bajío de Guanajuato, ha sido impactada por el aumento excesivo en el precio de los fertilizantes químicos y otros insumos agrícolas, por el deterioro del suelo y por el abatimiento de los mantos freáticos (Báez *et al*., 2012).

En el Bajío de Guanajuato, la agricultura se caracteriza por la rotación cereal-cereal, aplicación de altas dosis de fertilización nitrogenada (FN) y grandes láminas de riego en el ciclo agrícola otoño-invierno (O-I), para obtener alto rendimiento de grano. Este sistema de producción se ha relacionado con la disminución del contenido de materia orgánica del suelo. El cultivo de cebada para malta es una alternativa de producción para el ciclo agrícola O-I, ya que requiere dosis de FN menores para satisfacer los estándares que establece la industria maltera y un menor número de riegos por la precocidad de su ciclo de producción (Vera *et al.*, 2002).

El nitrógeno (N) es el elemento más limitante para la producción de cereales, en la cebada la disponibilidad de N es importante, sobre todo en las etapas de mayor demanda que son el ahijamiento y el encañe. Una adecuada disponibilidad de N puede incrementar no sólo la calidad del grano, en especial el contenido de proteína, sino también el nivel de producción, aunque la industria cervecera prefiere variedades de cebada con contenidos de proteína menores al 14 % y alto contenido de almidón (Lema *et al.*, 2017)

Por lo que el objetivo del presente estudio, fue cuantificar el efecto de dos fuentes y tres dosis de fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad física de semilla de tres variedades de cebada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó bajo condiciones de riego durante el ciclo otoño-invierno de 2015-2016, en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) localizado en Roque, municipio de Celaya, Guanajuato a 20°32‘ de latitud norte, 100°49‘ de longitud oeste y a una altitud de 1,752 metros sobre el nivel del mar. El 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 estudio se estableció con un arreglo en parcelas subdivididas en un diseño experimental de bloques al azar, en la parcela mayor se ubicaron dos fuentes de nitrógeno (N): urea convencional y de liberación controlada, mientras que en la parcela mediana se situaron tres dosis de N: 90, 180 y 270 unidades ha^{-1}, en tanto que en la parcela chica se sembraron tres variedades de cebada: Alina, Esperanza y W-107, que son de seis hileras en la espiga. El experimento se sembró el 17 de diciembre de 2015, con una densidad 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 efectuó un riego después de la siembra para promover la germinación de semilla y emergencia de la plántula, posteriormente, se aplicaron tres riegos de auxilio a los 40, 65 y 85 días. Además del nitrógeno, en todas las unidades experimentales se aplicaron 60 unidades de P_2O_5 ha^{-1}, para lo cual se utilizó superfosfato de calcio triple, todo el fertilizante se incorporó en la siembra. El resto del manejo agronómico se realizó de acuerdo a las recomendaciones del INIFAP para la región.

Se determinaron las siguientes 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 con perforaciones oblongas de 2.6 mm X 19 mm. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa SAS,cuando las diferencias fueron significativas se empleó la prueba de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento de semilla, detectó diferencias estadísticas significativas para las factores de variación, fuente (FN) y dosis de nitrógeno (DN), así como para variedades (V), mientras que solo hubo significancia en la interacción en FN X DN. Con respecto a peso volumétrico (PV) de semilla, sólo hubo significancia estadística ($p \leq 0.01$) en variedades. Lo anterior significa que los factores de estudio, actúan de forma independiente en la manifestación del RS y PV. En las características de RS y PV, los coeficientes de variación (CV) de los ANVA fueron de 9.1 y 2.1 % 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 tres variedades de cebada evaluadas con dos fuentes y tres dosis de nitrógeno.

Fuente de Variación (FV)	Rendimiento de Semilla	Peso Volumétrico
Fuente de Nitrógeno (FN)	5349175.3 **	1.5 NS
Dosis de Nitrógeno (DN)	14390562.1 **	4.7 NS
Variedad (V)	1437534.7 *	52.7 **
FN X DN	2260887.6 *	0.3 NS
FN X V	613550.4 NS[1]	0.8 NS
DN X V	244764.5 NS	2.1 NS
FN X DN X V	542303.6 NS	4.4 NS
Coeficiente de Variación (%)	9.1	2.1

[1]NS: No significativo.*y**:Significativo al 0.05y 0.01 de probabilidad, respectivamente

No obstante que el ANVA reportó diferencias significativas para rendimiento de semilla en fuente de nitrógeno, la prueba de comparación detectó que las desigualdades fueron sólo numéricas y que no hubo diferencias estadísticas entre los tipos de fertilizante utilizado, lo anterior, probablemente fue originado por la metodología utilizada para la comparación de medias. Con respecto a la dosis de nitrógeno, se observó respuesta significativa del rendimiento de semilla hasta 180 unidades, por lo que no se justifica utilizar una cantidad de fertilizante más alta. El RS más alto fue para la variedad W-107 y Alina, que superaron a Esperanza. Cabe destacar que el mayor peso volumétrico fue para Alina con 68.54 kg hL^{-1} y fue estadísticamente diferente a W-107 y Esperanza (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento de semilla y peso volumétrico de tres variedades de cebada evaluadas con dos fuentes y tres dosis de nitrógeno.

Factor de estudio	Rendimiento de semilla (t ha^{-1})			Peso volumétrico (kg hL^{-1})		
Fuente de nitrógeno						
Urea convencional	7.44	a		67.01	a	
Urea liberación controlada	6.90	a		66.72	a	
DMS *	0.9			0.96		
Dosis de nitrógeno						
90 unidades	6.27		b	66.54	a	
180 unidades	7.58	a		67.37	a	
270 unidades	7.64	a		66.70	a	
DMS	0.63			0.97		
Variedad						
Alina	7.23	a	b	68.54	a	
Esperanza	6.89		b	65.70		b
W-107	7.37	a		66.36		b
DMS	0.37			0.81		

*DMS: Diferencia mínima significativa
[1]Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (DMS al 0.05 de probabilidad).

Los ANVA para las variables peso de mil semillas (PMS) y porcentaje de semilla comercial (PSC), reportaron diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.01$) en dosis de nitrógeno (DN) y variedades (V), así como en la FN en la primera característica.Es importante señalar que, en la interacciones solo hubo diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0.01$) en FN X V para PSC (Cuadro 3). Cabe destacar que los coeficientes de variación (CV) de los ANVA para PMS y PSC fueron de 3.4 y 2.4 % respectivamente, lo cual denota la confiabilidad de los resultados.

En peso de mil semillas y porcentaje de semilla comercial, hubo respuesta significativa hasta 180 unidades de nitrógeno, además en estas dos variables el mayor promedio fue para la variedad Esperanza, que fue estadísticamente diferente a Alina y W-107 (Cuadro 4).

Cuadro 3. Cuadrados medios de los análisis de varianza para peso de mil semillas (PMS) y porcentaje de semilla comercial (PSC) de tres variedades de cebada evaluadas con dos fuentes y tres dosis de nitrógeno.

Fuente de Variación (FV)	Peso de mil semillas	Porcentaje de semilla comercial
Fuente de Nitrógeno (FN)	22.2 **	0.1 NS
Dosis de Nitrógeno (DN)	13.6 **	50.9 **
Variedad (V)	11.8 **	197.7 **
FN X DN	1.6 NS	2.7 NS
FN X V	8.7 NS	28.4 **
DN X V	0.7 NS	3.1 NS
FN X DN X V	6.1 NS	6.3 NS
Coeficiente de Variación (%)	3.4	2.4

[1]NS: No significativo. * y**:Significativo al 0.05y 0.01 de probabilidad, respectivamente

Cuadro 4. Peso de mil semillas y porcentaje de semilla comercial de tres variedades de cebada evaluadas con dos fuentes y tres dosis de nitrógeno.

Factor de estudio	Peso de mil semillas (g)	Semilla Comercial (%)
Fuente de nitrógeno		
Urea convencional	46.65 a	90.83 a
Urea liberación controlada	47.76 a	90.76 a
DMS *	1.35	0.51
Dosis de nitrógeno		
90 unidades	47.58 a	92.05 a
180 unidades	47.70 a	91.15 a
270 unidades	46.34 b	89.20 b
DMS	0.87	1.20
Variedad		
Alina	46.66 b	90.11 b
Esperanza	48.00 a	93.95 a
W-107	46.97 b	88.33 c
DMS	0.94	1.32

*DMS: Diferencia mínima significativa.
[1]Valores con la misma letra en cada columna son estadísticamente iguales (DMS al 0.05 de probabilidad).

CONCLUSIONES

Los factores de estudio actuaron en forma independiente en la manifestación de las variables analizadas.

En las características estudiadas, hubo respuesta significativa hasta 180 unidades de nitrógeno, por lo que no se justifica utilizar una mayor cantidad de fertilizante nitrogenado.

El más alto rendimiento de semilla se observó en W-107 y Alina, en este último genotipo se observó el mayor peso volumétrico.

BIBLIOGRAFÍA

Báez P. A., J. M. Arreola T., B. Triomphe, A. Bautista C. y P. de J. Licea M. 2012. Implementación de la siembra directa para producción de cebada maltera en el estado de Guanajuato. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(8): 1509-1519.

Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1995. Principles of seed science and technology. Third edition.Kluwer Academic Publishers.U. S. A.

LemaA. A. C., E. R. BasantesM. y J. L. PantojaG. 2017. Producción de cebada (Hordeumvulgare L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. Agron. Mesoam. 28(1): 97-112.

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). 2018. Consultado en: www.siap.gob.mx

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.

Vera N. J. A., O. A. Grageda C., M. A. Vuelvas C. y J. J. Peña C. 2002. Absorción de nitrógeno (15N) por el cultivo de cebada en relación con la disponibilidad de agua en ―El Bajío", Guanajuato, México. Terra 20: 57-64.

VALIDACIÓN DE UN INVERNADERO INTELIGENTE EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersiconesculentum*M.)

Ruiz-Ortega, Francisco Javier[1*]; Esquivel-Murillo, Karina[1];Hernández-Antúnez Aleida[1]; Soto-Álvarez, Claudia Elena[1]; Palomares-AdameAlma Veronica[2]

[1]Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón, Coahuila. México.
[2]Instituto Tecnológico de El salto, El Salto,Dgo. México.
*Autor responsable: ruiz6812@hotmail.com

INTRODUCCION

El uso de invernaderos tecnificados se hace con el fin de elevar el rendimiento y calidad en la agricultura intensiva; permitiendo cultivar y controlar las condiciones climáticas para mejorar la producción (Reyes–Rosas*et al., 2012*). Dentro de los recursos utilizadosen los invernaderos, se cuenta con la automatización,la cual permite optimizar y estabilizar los procesosmejorando estándares de calidad, reducción de pérdidasde producción y trabajos de labranza repetitivos, incremento y mejoramiento de la relación costo–beneficio,integrando nuevas tecnologías (Nieto, 2006: 121).Nieto (2006) afirma que Automatización es vocablo cuya etimología proviene del griego autos, por sí mismo, y maiomai lanzar; es ahorrar esfuerzo laboral al reducir la intervención humana en procesos.Para esto, se sugiere implementar sistemas deinformación de procesos de negocio y flujos de trabajo(Paula*et al.,* 2007).Sin embargo, el desarrollo de un sistema complejocomo la automatización, que integre la colaboraciónde múltiples disciplinas, requiere de la aplicación de unadecuado y cuidadoso proceso de ingeniería que garanticeel éxito del proyecto.

El documento presenta la validación de un invernadero inteligente con plantas de tomate (*Lycopersiconesculentum* M.). La investigación permitirá determinar cuál es el sistema más adecuado para el desarrollo del cultivo.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue realizado en un invernadero inteligente dentro de las instalaciones de Instituto Tecnológico de Torreón. El invernadero a validar es de estructura metálica semicilíndrico con paredes de láminas de policarbonato y techo reforzado con malla. La ventilación fue controlada con un sistema automatizado. Las condiciones de temperatura y humedad relativa dentro y fuera del invernadero se monitorearon durante todo el ciclo del cultivo. El trasplante se realizó en bolsas de polietileno, utilizando como sustrato una mezcla de arena, estiércol y perlita a una proporción de 45, 45, y 10 por ciento, respectivamente.

La metodología de desarrollo de software elmodelo en V o de cuatro niveles, es usada en ingenieríade sistemas como modelo estándar para el desarrollode sistemas complejos (Wang, *et al*., 2013),y presenta un flujo de proceso de desarrollo deun producto, iniciando con la identificación de los requerimientospara realizar una descomposicióndel sistema completo primero en subsistemas, luego encomponentes y sus respectivas interfaces (Figura 1). Deesta manera, el diseño de los subsistemas puede seranalizado y realizado en paralelo por los diferentes grupos de trabajo. Laintegración y recomposición es un proceso posterior, paravalidar cada fase del proceso de diseño,finalizando con la validación total del sistema(Zheng, *et a*l., 2014).

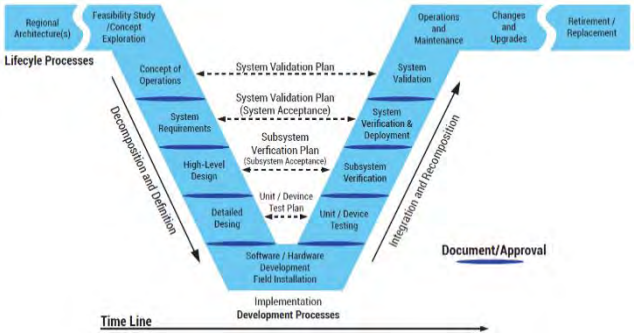


Figura 1. Flujo de proceso de desarrollo de un producto

LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Mediante el uso de sistemas de información y automatizaciónse han desarrollado estrategias para implementarla agricultura de precisión usando modelosque permitan tener un microclima controlado en un áreaespecífica para optimizar la producción agrícola (Orlando*et al.,* 2010).El desarrollo de invernaderos ha pasado pormodelos de dinámica de fluidos (Montero*et al.,* 2013), modelos físicos con subsistemasdinámicos y estáticos a evaluación para manejo detemperatura y humedad relativa en invernaderos conventilación natural. En el Instituto Tecnológico de Torreón, se han identificado un modelo por subespaciosmediante el estudio aplicado en un invernadero, en elcual se hace medición y almacenamiento de variablesambientales como temperatura, humedad relativa y radiación.Los instrumentos utilizados (sensor de temperaturay humedad relativa) se instalaron dentro del invernadero en forma de matriz a 2,5 m, 1.80 m y 30 cm del suelo respectivamente en dos líneas paralelas, sobrela línea de siembra.

En España, para validar y mejorar las condicionestérmicas en invernadero con modelos CFD, se utilizanpantallas de sombra que en el día sirven para refrigerary en las noches frías reducen la inversión térmica, estocon el uso de energía solar que durante el día es almacenadaen el

suelo y en la noche es liberada (Montero*et al.,* 2013).Teniendo en cuenta parámetros ambientales paramejorar la calidad en producción, se desarrollan sistemasde monitoreo y control de cultivos. En Grecia,por ejemplo, se han hecho estudios con redes de sensoresinalámbricos y microcontroladores aplicados enun invernadero conhortaliza; se toman registros de losparámetros ambientales de temperatura, humedad eiluminación, posteriormente estos datos se analizan yaportan a la toma de decisiones para la optimización conun sistema de control (Srbinovska*et al.,* 2014).Zambrano (2009) afirma que uno de los cambios más relevantes en laagricultura, especialmente en los sistemasde producción de tomate de mesa, es el pasode cultivos a cielo abierto a cultivos bajoinvernadero, es decir que ahora se busca protegerel cultivo con el fin de evitar el impactode los fenómenos naturales y asegurar calidady rendimiento del producto; unido a loanterior, en el ámbito mundial se enfatiza elconcepto de calidad, orientado a la producciónde alimentos inocuos y conservación delambiente en el cual se desarrolla el cultivo.

EL CULTIVO DE TOMATE

El cultivo del tomate es una especie de planta herbácea del género *Solanum* de la familia Solanaceae; es nativa de Centro y Sudamérica y su uso como comida se habría originado en México hace unos 2500 años. El nombre proviene de la palabra náhuatl *tomatl*.La planta es cultivada en el mundo entero para su consumo tanto fresco como procesado de diferentes modos (salsa, puré, zumo, deshidratado, enlatado).Esuna de las hortalizas de mayor importanciaen el mundo por su área sembrada y su alto nivel de consumo. De acuerdo con la información disponible, la superficie cosechada de tomate a nivel mundial creció a una tasa promedio anual de 1.4 por ciento entre 2003 y 2013, para ubicarse en 4.69 millones de hectáreas. En tanto, en el mismo período los rendimientos promedio crecieron a un ritmo mayor, de 1.8 por ciento anual, al ubicarse en 35.0 toneladas por hectárea.Según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el 52.0 por ciento de la superficie destinada al cultivo de tomate en 2013 se concentró en cuatro países: China (20.9 por ciento), India (18.8 por ciento), Turquía (6.6 por ciento) y Nigeria (5.8 por ciento). México ocupa la décima posición mundial, con el 1.9 por ciento de la superficie cosechada de esta hortaliza.De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la producción de tomate rojo en México creció a una tasa promedio anual de 3.3 por ciento entre 2005 y 2015, para ubicarse en un volumen máximo histórico de 3.1 millones de toneladas.Entre 2012 y 2015 se observó una mayor proporción de la superficie establecida de este cultivo con tecnologías de agricultura protegida (malla sombra

e invernaderos), en promedio del 25 por ciento de la superficie total, por lo cual durante ese período la producción promedio se ubicó en 2.88 millones de toneladas, es decir, un volumen 36 por ciento mayor que durante los cuatro años previos (Figura 3).

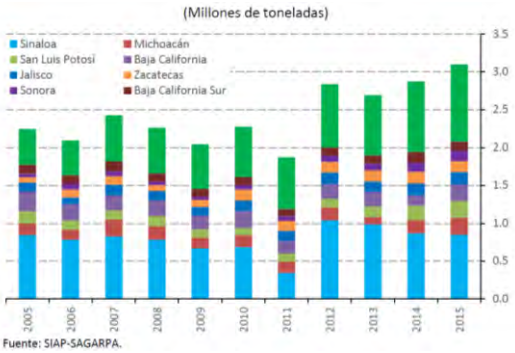


Figura 3. Producción de tomate rojo en México, 2005-2015

REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Radiación (Luz): Requiere alta intensidad luminosa. La escasez de luz produce debilitamiento en las plantas, las cuales se tornan más susceptibles a enfermedades (Huerres y Caraballo, 1988). Los frutos registran el más alto contenido de ácido ascórbico cuando crecen a altas intensidades luminosas (Baradas, 1994). Esta especie prefiere mucha insolación (Benacchio, 1982). Alta intensidad de luz afecta color de hojas y frutos. Follaje denso conserva temperaturas bajas y protege al fruto de la luz. Nublados pueden causar abscisión de flores y frutos (Naika*et al*., 2005).

Temperatura: El rango de temperatura está entre 15 y 29°C (Guenkov, 1969). El crecimiento vegetativo es muy lento con temperaturas por debajo de 10°C, así como la floración se detiene con temperaturas menores que 13°C. Las altas temperaturas afectan la floración. La temperatura óptima para la floración se encuentra entre 15 y 18°C. Es una especie sensible al termoperíodo, las altas temperaturas nocturnas (22-30°C) reducen la formación de flores. El licopeno, que es responsable de la coloración del fruto, comienza a destruirse por arriba de los 30°C. La temperatura del suelo debe estar entre25 y 30°C para lograrse la más alta actividad fotosintética (Huerres y Caraballo, 1988). Rango 10-35°C, óptimo para fotosíntesis 25-30°C. Las medias óptimas para este cultivo son 21-24°C de día y 15-20°C de noche. La mínima no debería bajar de 12°C y las noches deberían ser relativamente frescas (18-20°C). Temperaturas diurnas inferiores a 21°C reducen sensiblemente la floración; para maduración, la temperatura diurna debe ser superior a 23°C, pero no superior a 27°C. Áreas con temperaturas altas nocturnas superiores a 20°C, son poco aptas para el tomate. La oscilación térmica diaria

debería ser de 9 a 11°C (Benacchio, 1982). La temperatura óptima es de 26-32°C para germinación de la semilla, 25-26°C para crecimiento de la plántula, 22-27°C para la germinación del polen y crecimiento del tubo polínico, 18-20°C para formación de fruto y 24 a 28°C para la maduración de fruto (Baradas, 1994). El óptimo de temperatura media mensual es de 20 a 24°C, el desarrollo se detiene a 10-12°C y la planta se hiela a -2°C (Ibar y Juscafresa, 1987). Las temperaturas óptimas diurnas van de 28 a 30°C y las nocturnas de 15 a 18 °C. Temperaturas >35°C y <10 o C en floración provocan abscisión y limitan el cuajado del fruto (Corpeño, 2004). La temperatura de suelo mínima, óptima y máxima para el tomate es 12, 20-24 y 34°C (Yuste, 1997a).

Precipitación (agua): Requiere 460 mm de agua por ciclo de cultivo (Baradas,1994).Necesita 400-600 mm por periodo vegetativo. En condicionesen que la evapotranspiración máxima es de 5 a 6 mmdía-1, la absorción de agua para atender todas las necesidadeshídricas del cultivo se ve afectada cuando se ha agotadomás del 40% del agua total disponible en el suelo (Doorenbosy Kassam, 1979).Se cultiva preferentemente bajo condiciones de riego, peroen caso de cultivarse bajo temporal, 600 mm se consideransuficientes para esta especie (Benacchio, 1982).Para plantas con una altura promedio de 70 cm, el coeficientede cultivo (Kc) para las etapas inicial, intermedia yfinal de desarrollo es 0.6, 1,15 y 0.7-0.9, respectivamente(Allen et al., 2006).**Humedad relativa:** El rango más favorable de humedad relativa va de 50 a 60%(Huerres y Caraballo, 1988).Óptima de 65 a 70%. Humedades relativas <40% afectanviabilidad del polen y causan déficit de Ca por limitacionesen evapotranspiración (podredumbre apical del fruto) (Corpeño,2004).

Las condiciones de conservación en cámara frigorífica paratomate verde son 10-15°C de temperatura, y 90-95% dehumedad relativas. Mientras que para tomate maduro son2-10°C y 90-95% de humedad relativa (Yuste, 1997a).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos del cultivo de tomate dentro del invernadero inteligente en comparación con un espacio a cielo abierto se presentan en la Tabla 1, esta contiene las características más importantes asociadas del cultivo de tomate bajo condiciones protegidas y a cielo abierto.

Tabla 1. Resultados del cultivo de tomatea cielo abierto y en un invernadero inteligente.

CONCEPTO	INVERNADERO	A CIELO ABIERTO
Desarrollo del tomate	10 a 12 semanas	16 a 20 semanas
Producción	Todo el año	Solo en temporada
Aprovechamiento del agua	80 a 90 %	50% o menos
Costo	Alto	Bajo
Beneficio	Mayor producción	Menor producción
Fruto	Mayor calidad	Calidad estándar
Medio ambiente	Controlado	Variación del clima
Temperatura	19°C a 25 °C	3°C a 37°C
Humedad	55 - 60%	Depende de la precipitación

Mediante la tabla anterior se puede observar que las ventajas en el cultivo detomate en un invernadero automatizado con respecto acielo abierto, sonconsideradas como una alternativa para la producción de tomate.Losresultados permiten considerar como viable la producción detomate en invernadero para que los productores mantengan nivelesaceptables de calidad y rendimiento.

CONCLUSIONES

Una de las ventajas más importantes, es que los cultivos, que se desarrollan bajo invernaderos automatizado, no dependen del clima exterior, lo cual es ideal y evita que haya daños ocasionados por las condiciones ambientales extremas, ya que estar a cielo abierto puede ocasionar pérdidas totales.

La agricultura es una de las actividades más importantes para el desarrollo y subsistencia de la humanidad, interviene tanto en su alimentación, como en su salud; por eso cada vez se busca que esta actividad no solo beneficie al ser humano sino también al medio ambiente.

De acuerdo con el trabajo realizado, se concluyeque el uso de la tecnología aplicada en la agricultura protegida permite optimizar la producción en los cultivos,ofreciendo condiciones ambientales más propicias, permitiendoasí controlar sistemas de riego y variablescomo temperatura y humedad relativa, utilizando tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), la cual facilita la interacción con los diferentes actuadores dentro y fuera del invernadero; se deduce tambiénque la metodología en ~~V~~", propuesta por Wang,es la más adecuada para el diseño y desarrollo de unsistema automático.

RECOMENDACIONES

Es importante la capacitación a los usuarios ya que está orientado al sector agrícola, donde la alfabetización digital pudiera ser baja.

El uso de un servidor web propio permite abaratar los costos de operación, así como la posibilidad de poder interactuar con el sistema a través de un dispositivo inteligente, por medio de una aplicación móvil.

Se recomienda trabajar con los módulos de programación con el lenguaje de programación java para este tipo de aplicaciones, es libre, robusto y muy seguro y cuenta con un gran soporte por parte de la empresa Sum Microsystems.

Se debe resaltar que el éxito de un invernadero, dependen en su gran mayoría de la calidad del diseño, su construcción y capacitación, sin olvidar la calidad en los productos utilizados en agro para un buen desempeño, por eso debe ser hermético para un control exitoso y utilizar elementos de gran resistencia, durabilidad y calidad.

AGRADECIMIENTO

El proyecto se desarrolló en el Instituto Tecnológico de Torreón con el apoyo del Tecnológico Nacional de México, autorizado en la convocatoria 2018: Apoyo a la investigación científica y tecnológica en los programas educativos de los Institutos Tecnológicos Federales y Centros.

BIBLIOGRAFIA

Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes y M. Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DE CULTIVOS 491 y Drenaje No. 56. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 298 p.

Reyes–Rosas, A.; Rodríguez–García, R.; Zermeño–González, A.; Jasso–Cantú, D., M. C. H. B. (2012). –Evaluación de un modelo para estimar la temperatura y humedad relativa en el interior de invernadero con ventilación natural". Rev. Chapingo Ser.Hortic vol.18 no.1 Versión Impresa ISSN 1027-152X, 1(1), 125–140

Baradas, M. W. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: Handbook of agricultural meteorology. J.F. Griffiths Editor.Oxford Univ. Press. New York. pp. 189-202.

Baradas, M. W. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: Handbook of agricultural meteorology. J.F. Griffiths Editor.Oxford Univ. Press. New York. pp. 189-202.

Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.

Corpeño, B. 2004. Manual del cultivo de tomate. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. San Salvador, El Salvador. 38 p.

Doorenbos, J. y A.H. Kassam. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje No. 33. FAO. Roma. 212 p.

FAO. 2016. FAOSTAT. Incluye tomate rojo y tomate verde.

Guenkov, G. 1969. Fundamentos de horticultura cubana. Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba.

Huerres, P.C. y N. Caraballo. 1988. Horticultura. Cuba. 193 p.

Hunt, R. 1990. Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners. UnwinHyman, Boston. 110 p.

Ibar A., L. y B. Juscafresa. 1987. Tomates, pimientos, berenjenas: Cultivo y comercialización. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 153 p.

J. I. Montero; P. Muñoz; M. C. Sánchez-Guerrero; E. M.; & Lorenzo, D. P. (2013). –Shading screens for the improvement of the night-time climate of unheated greenhouses". Spanish Journal of Agricultural Research 2013. 11(1), 32-46 ISSN: 1695-971-X eISSN: 2171-9292, 11(1), 32–46

Naika, S., J. van L. de Jeude, M. de Goffau, M. Hilmi and B. van Dam. 2005. Cultivation of tomato. Production, processing and marketing. Agromisa Foundations and CTA, Wageningen. 92 p.

Nieto, E. C. (2006). –Manufactura y automatización Manufacturing and automation". Ing. Investig. vol.26 no.3 Bogotá Sep./Dec. 2006 ISSN 0120-5609, 26(3), 120–128.

Orlando, F.; Palacios, R.; &Cotrino, E. (2010). –Identificación de un modelo del clima en un invernadero mediante métodos por subespacios *Identifying a greenhouseclimatemodelbyusingsubspacemethods". Ingeniería E Investigación, ISSN 0129-5608, Vol. 30, No. 2, 2010, Pags. 157-167, 30(2), 157–167.

Paula, A.; Olea, J.; Alexander, P.; Rivera, S.; & Garavito, A. (2007). –Sistema de información orientado a procesos de negocio y flujos de trabajo en la Universidad Nacional de Colombia. Perspectivas y caso de estudio A businessmanagement- and workflow-orientatedinformationsystem in the Universidad Nacional de Colombia". Revista Ingeniería e investigación. Vol. 27 no.3, diciembre de 2007 (193-202). ISSN 0129-5608, 27(3), 193–202.

Srbinovska, M.; Gavrovski, C.; Dimcev, V.; Krkoleva, A.; &Borozan, V. (2014). –Environmental parameters monitoring in precision agriculture using wireless sensor networks". Journal of Cleaner Production 2014 1-14. doi:10.1016/j.jclepro.2014.04.036.

Wang, Y.; Yu, Y.; Xie, C.; Zhang, X.; & Jiang, W. (2013). –Aproposed approach to mechatronics design education:Integrating design methodology, simulationwith projects". Mechatronics, 23(8), 942–948.doi:10.1016/j.mechatronics.2012.10.002

Yuste P., M.P. 1997a. Horticultura.In: Biblioteca de la agricultura. Idea Books. Barcelona, España. pp. 531-768.

Zambrano, A. (2009). –Cultivo de tomate en invernadero". 978-958-740-004-5. Retrieved from http://www.corpoica.org.co/sitioweb/archivos/publicaciones/tomateeninvernadero.pdf

Zheng, C.; Bricogne, M.; Le Duigou, J.; &Eynard, B. (2014). –Survey on mechatronic engineering: A focus on design methods and product models". AdvancedEngineeringInformatics. doi:10.1016/j. aei.2014.05.003.

PRODUCCIÓN PECUARIA

PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS ALIMENTADAS BAJO CONDICIONES DE PASTOREO EXTENSIVO Y EXPUESTAS A UN FOTOPERIODO ARTIFICIAL

[1]Flores, M.J., [2]Hernández, H, [1]Vélez, L.I.

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez 1200 Pte. CP 27440. Matamoros, Coahuila, México.
mflores_najera@hotmail.com
[2]Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), Posgrado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, C.P. 27054, Torreón, Coahuila, México.

INTRODUCCIÓN

En rumiantes lactantes, está bien documentado que los días largos artificiales incrementan en un 15% la producción de leche en comparación a las hembras mantenidas bajo fotoperiodo natural (Dahl *et al*., 1997; García-Hernandez *et al*., 2007; Morrisey *et al*., 2008). Este incremento en la producción de leche por los días largos artificiales fue obtenido en animales bien alimentados y criados en latitudes templadas donde los animales experimentan una larga variación en la duración del día durante el año. En el subtrópico mexicano, recientemente se demostró que las cabras expuestas a días largos artificiales muestran un incremento en la producción de leche de un 23% en comparación a las hembras mantenidas en días decrecientes naturales (Flores *et al*., 2011). En este estudio, las hembras fueron ordeñadas una o dos veces al día y su alimentación fue proporcionada a libre acceso. Sin embargo, como en otras latitudes subtropicales como el suroeste de Australia 29˚S (Martin *et al*., 2004), la mayoría de las cabras del norte de México son alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo; caracterizado por el consumo de arbustos (80% de la dieta), herbáceas (12%) y pastos (< al 10%) (Mellado *et al*., 1991). En esta región, hay una dramática reducción en la disponibilidad de estos forrajes, que se registra generalmente de diciembre al mes de mayo, el cual coincide con la época de partos de las hembras. Tales condiciones, resulta en una baja sobrevivencia de las crías y una reducida producción de leche. En este contexto, el objetivo del presente estudio, fue para determinar si los días largos artificiales incrementan la producción de leche en cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El estudio fue llevado a cabo con del Sr. Elpidio Rodríguez González del municipio de Matamoros, Coahuila. El hato se encuentra ubicado a una latitud 26° 23’ N y una longitud, 104° 47’ W. El fotoperiodo en este lugar varía de 10 h con 19 min de luz en el solsticio de invierno a

13 h 41 min en el solsticio de verano. Durante el experimento, la amanecida del día fue a las 7 horas con 24 minutos, mientras que el anochecer fue registrado a las 18 h con 45 minutos, resultando en una duración promedio del día de 11 h con 21 minutos.

Diseño experimental

En el presente estudio, se utilizaron 22 cabras multíparas lactantes alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo. El empadre de las hembras se llevó a cabo mediante el efecto macho previamente tratado con días largos artificiales (Flores *et al*., 2000). La fecha de parto promedio (±SEM) para todas las cabras fue el 9 de octubre ± 2 días. Al inicio del periodo de estudio, la producción de leche 0.65 ± 0.03 kg y la condición corporal fue de 1.8 ± 0.05 puntos. A los 15 días de lactación, las hembras fueron alojadas en dos grupos tomando en cuenta su producción de leche (estimada al día 10 de lactación) y condición corporal. Un grupo de cabras fue mantenido bajo condiciones de fotoperiodo natural (FN, n=11), mientras un segundo grupo fue expuesto continuamente a un fotoperiodo de días largos artificiales (FA, n=11; 16 h luz: 8 h oscuridad). Todas las hembras fueron alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo de 9 de la mañana a 6 de la tarde. Al retornan a sus corrales, ellas recibían un complemento alimenticio compuesto 300 gr de maíz rolado y 200 gr de soya (121 gr PC y 1.7 Mcal de EM/kg MS). Adicionalmente, las hembras tuvieron acceso libre al agua y sales minerales, las cuales fueron proporcionadas en bloque de 25 kg (170 gr de fósforo; 30 gr de magnesio, 50 gr de calcio y 750 gr de cloruro de sodio por kg).

Para proporcionar el tratamiento de luz a las hembras tratadas con días largos, los corrales fueron equipados con lámpara de luz que emitía una intensidad mínima de 400 lx al nivel de los ojos de los animales. El fotoperiodo fue regulado usando un *timer* eléctrico que encendía las luces de 6 a 9 de la mañana y de 5 de la tarde a 10 de la noche para ampliar la duración del día a 16 horas de luz. El grupo tratado y natural fue separado por una distancia de 50 m. Adicionalmente, el corral del grupo tratado fue cubierto con lonas de plástico para evitar que la luz fuera percibida por los animales del grupo de fotoperiodo natural.

Mediciones

Producción de leche

Durante el periodo de amamantamiento de las crías (0-30 días de lactación), las cabras no fueron ordeñadas y la producción de leche fue medida por medio del método de la diferencia de peso de la cría antes y después de amamantarse sobre un periodo de 24 h efectuado el día 10 y 20 de lactación (Ricordeau *et al*., 1960). A las 19:00 h del día anterior a la medición, la ubre de

la hembra fue vaciada por amamantamiento de la cría, seguido una inyección intravenosa de oxitocina para extraer la leche residual por medio de ordeño manual (Salama *et al*., 2004). Al día siguiente, dos amamantamientos controlados fueron desarrollados a la 07:00 y 19:00 h. Después de cada amamantamiento, una inyección de oxitocina fue aplicado en la vena yugular de cada una de las hembras y la leche residual fue extraída por ordeño manual. Para obtener la producción de leche total durante esta etapa, el peso de la leche residual fue adicionada a la diferencia de peso de la cría. Durante el periodo de ordeño (31-110 días), la producción de leche fue medida por la misma persona cada 10 días desde el día 40 hasta el 110 de lactación. A las seis de la mañana del día anterior de cada medición, la ubre de cada una de las hembras fue vaciada por medio de ordeño manual, seguido por la administración intravenosa de oxitocina para extraer la leche residual. Al día siguiente, las cabras fueron ordeñadas a mano a las seis de la mañana y la leche colectada fue pesada.

Análisis estadístico

La producción de leche fue analizada mediante un análisis de varianza (ANOVA) a dos vías (grupo y tiempo) con medidas repetidas. Cuando existió una interacción grupo y el tiempo, los datos fueron comparados dos a dos con la prueba de "t" de student. Todos los datos fueron presentados como promedio ± SEM. El análisis de datos fue analizado usando el paquete estadístico SYSTAT 12 (Chicago IL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de leche

Durante la fase amamantamiento, la producción de leche no difirió entre las hembras del grupo FN y las del grupo de FA ($P>0.05$). Sin embargo, durante la fase de ordeño, la producción de leche fue más alta en el grupo FA que en el grupo FN (Figura 1; $P<0.001$). Además, en ambos grupos, la producción de leche mostró variaciones a través del tiempo ($P<0.001$). Ninguna interacción fue encontrada entre el tratamiento fotoperiódico y el tiempo de estudio sobre la producción de leche ($P>0.05$). Adicionalmente, la producción de leche total estimada por cabra durante todo el periodo de ordeño (día 31 al 110 de lactación) fue 32 litros más de leche en el grupo FA comparado al grupo de FN. Estos resultados demuestran que los días largos artificiales incrementan la producción en cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo. Estos resultados concuerdan con los reportados en vacas, ovejas y cabras mantenidas en constante nivel alimenticio, en el cual los días largos artificiales incrementan la producción de leche comparado a las cabras mantenidas bajo fotoperiodo natural (Dahl *et al*.,

2000; Morrisey *et al*., 2008; Flores *et al*., 2011). El mecanismo mediante el cual los días largos artificiales incrementan la producción de leche en cabras aún no están totalmente entendido. Sin embargo, en vacas, se ha demostrado que los animales tratados también con días largos muestran elevadas concentraciones de IGF-I (Dahl *et al*., 1997). Por lo tanto, podría ser que a través de este factor de crecimiento que los días largos incrementen la producción de leche (Dahl *et al*., 1997).

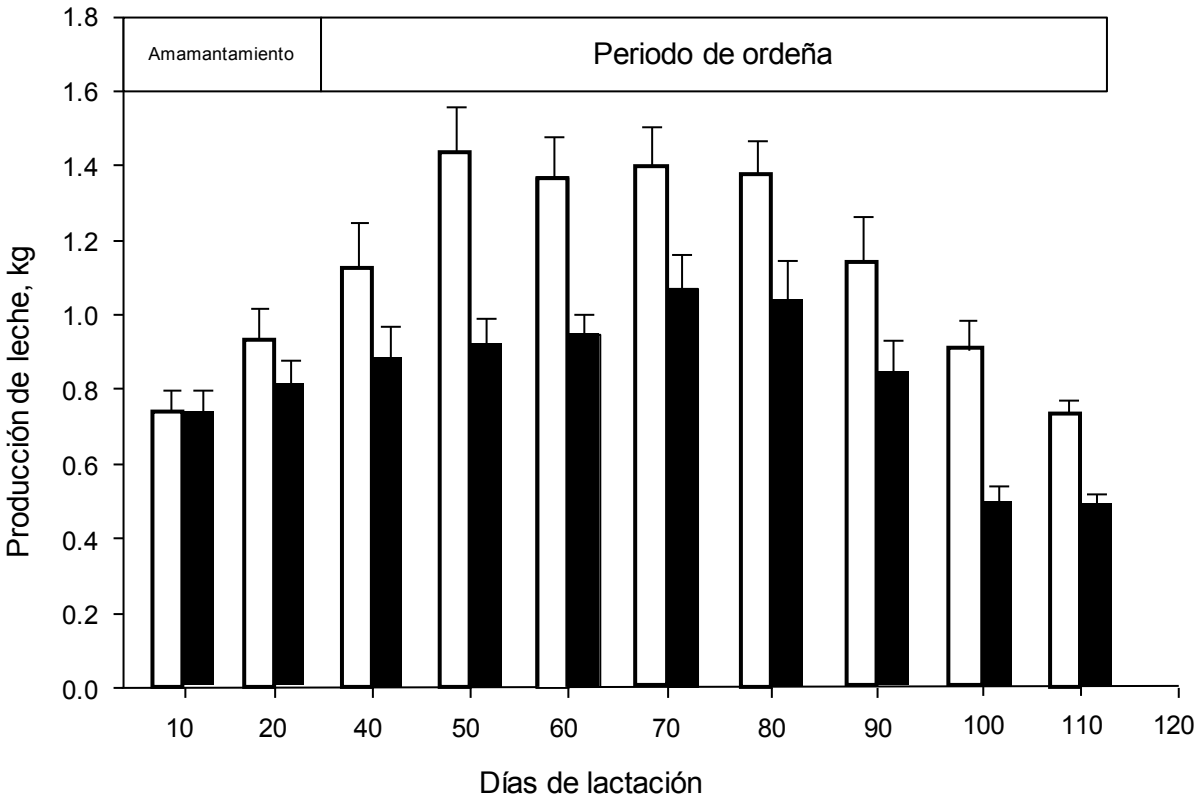


Figura 1. Producción de leche de cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo expuestas a un fotoperiodo de días largos artificiales (□; n=11) o mantenidas bajo condiciones de fotoperiodo natural decreciente (■; n=11).

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio, demuestran que, en cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo, los días largos artificiales incrementan la producción de leche.

BIBLIOGRAFÍA

Dahl, G. E., Elsasser, T. H., Capuco, A. V., Erdman, R. A., Peters, R.R., 1997. Effects of a long daily photoperiod on milk yield and circulating concentrations of insulin-like growth factor-I. Jorunal of Dairy Science. 80:2784–2789.

Dahl, G. E., Buchanan, B. A., Tucker, H. A., 2000. Photoperiodic effects on dairy cattle: A review. Jorunal of Dairy Science. 83: 885–893.

Flores, J. A., Véliz, F. G. Pérez-Villanueva, J. A., Martínez de la Escalera, G., Chemineau, P., Poindron, P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. Biology of Reproduction. 62:1409–1414.

Flores, M. J., Flores, J. A., Elizundia, J. A., Mejía, A.,Delgadillo, J.A., Hernández, H., 2011. Artificial long-day photoperiod in the subtropics increases milk production in goats giving birth in late autumn. Journal of Animal Science. 89: 856–862.

Garcia-Hernandez, R., Newton, G., Horner, S., Nuti, L. C., 2007. Effect of photoperiod on milk yield and quality and reproduction in dairy goats. Livestock Science. 110:214–220.

Martin, G. B., Rodger, J., Blache, D., 2004. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. Reproduction, Fertility and Development. 16: 491–501.

Mellado, M., Foote, R. H., Rodríguez, A., Zarate, P., 1991. Botanical composition and nutrient content of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. Small Ruminant Research. 6: 141–150.

Morrissey, A. D., Cameron, A., Tilbrook, A., 2008. Artificial lighting during winter increases milk yield in dairy ewes. Journal of Dairy Science. 91:4238–4243.

Ricordeau, G., Boccard, R., Denamur, R., 1960. Mesure de la production laitière des brebis pendant la période d'allaitement. Ann. Zootech. 9:97–120.

Salama, A. A. K., Caja, G., Such, X., Peris, S., Sorensen, A., Knight, C.H., 2004. Changes in cisternal udder compartment induced by milking interval in dairy goats milked once or twice daily. Journal of Dairy Science. 87: 1181–1187.

LOS DÍAS LARGOS ARTIFICIALES INCREMENTAN LOS NIVELES DE IGF-1 EN CABRITOS NACIDOS EN EL OTOÑO

[1]Flores, M.J., [2]Hernández, H, [1]Vélez, L.I.

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez 1200 Pte. CP 27440. Matamoros, Coahuila, México.
mflores_najera@hotmail.com
[2]Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA), Posgrado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, C.P. 27054, Torreón, Coahuila, México.

INTRODUCCIÓN

En corderos y vaquillas, está bien documentado que incrementar el fotoperiodo artificial de 8 a 16 h luz por día incrementa su tasa de crecimiento diaria promedio (Forbes *et al*., 1975; Tucker *et al*., 1984). Por ejemplo, en vacas, la ganancia de peso diaria promedio es más alta en vaquillas expuestas a días largos (980 g/ día), que en aquellas que son mantenidas bajo fotoperiodo natural (840 g/día; Peters *et al*., 1980). Similarmente en corderos, la ganancia de peso diaria promedio fue mayor en corderos expuestos a un fotoperiodo de días largos (260 g/día) que en aquellos que son mantenidos bajo fotoperiodo de días cortos naturales (157 g/día; Forbes *et al*., 1975). El mecanismo por el cual los días largos artificiales incrementan la tasa de crecimiento en estas especies, aún no está completamente entendido. Sin embargo, se ha demostrado que las concentraciones de IGF-1 en venados expuestos a días largos fue asociado con una rápida ganancia de peso comparado con los animales mantenidos bajo días cortos naturales (Suttie *et al*., 1991).

En el norte de México, el principal sistema producto caprino, es la venta de leche y cabrito. En el caso del cabrito, este es vendido entre las 6 a 8 semanas de edad, con un peso que fluctúa entre los 8 y 10 kg de peso (Salinas *et al*., 1993). Durante ese tiempo, las crías permanecen con sus madres en donde ellos son alimentados exclusivamente de leche, y cuando este periodo finaliza, estos son destetados y vendidos, mientras que las hembras son ordeñadas una vez al día. En esta región, previamente se demostró que las crías que permanecen con sus madres en días largos artificiales, la ganancia de peso es más alta en las crías expuestas en días largos que en las hembras mantenidas en días decrecientes naturales. Adicionalmente, la ganancia de peso a las cuatro semanas de edad en los cabritos expuestos a días largos fue positivamente correlacionada con los niveles de IGF-1 de sus madres, las cuales se encontraban en días largos artificiales también (Hernández *et al*., 2016). En este contexto, el objetivo del presente

estudio fue para determinar si la exposición a los días largos artificiales incrementa los niveles de IGF-1 en cabritos nacidos durante el otoño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área d estudio

El presente estudio fue llevado a cabo en la Comarca Lagunera de Coahuila ubicada a una latitud 26° 23' N y una longitud, 104° 47' W. El estudio fue realizado durante los días decrecientes de otoño, la salida del sol fue a las 7 horas con 12 minutos, mientras que metida fue a las 18 horas con 7 minutos, resultando en una duración promedio del día de 11 horas con 19 minutos.

Condiciones experimentales y tratamientos

En el presente estudio, se usaron 34 cabritos obtenidos de un rebaño comercial de 150 animales. Con el objetivo de tener los partos de las hembras durante la estación de otoño, las hembras anovulatorias fueron expuestas al macho sexualmente en el mes de mayo. La fecha promedio de nacimiento para todas las crías fue el 29 de septiembre. Las hembras fueron alimentadas a base de pastoreo de la vegetación nativa del agostadero desde las 10 de la mañana hasta las siete de la tarde. En la noche, las hembras fueron encerradas, donde ellas tuvieron acceso al agua y sales minerales a libre acceso. Durante los primeros 3 días de edad, todas las crías permanecieron con sus madres bajo condiciones de fotoperiodo natural y amamantadas libremente bajo amamantamiento natural (de 1900 h a 1000h). Al cuarto día de edad, todas las madres y sus crías fueron separadas en dos grupos, agrupados por sexo, peso y fecha de nacimiento. Un primer grupo de cabritos fue mantenido bajo fotoperiodo natural (Grupo Control; n=17), mientras un segundo grupo de cabritos fue sometido a un fotoperiodo artificial (16 h luz:8 h oscuridad: Grupo Tratado; n=17).

El corral del grupo tratado con días largos artificiales fue equipado con lámparas de luz que emitían una intensidad de 400 lux a nivel del ojo de la cría. La programación de luz fue controlada por medio de un timer. Las luces se encendían a las seis de la mañana y se apagaban a las 9 de la mañana y de 5 de la tarde a las diez de la noche para extender la duración del día natural y obtener un total de 16 horas de luz por día.

Mediciones

Niveles plasmáticos del factor de crecimiento similar a la Insulina (IGF-1)

En cinco cabritos de cada grupo, una muestra de sanguínea fue tomada los días 2,13,20 y 27 de edad. Las muestras sanguíneas fueron colectadas a las nueve de la mañana por medio veno-punción yugular en tubos que contenían heparina sódica (130 µl) y estos fueron almacenados a -4°C hasta su determinación. Las concentraciones de IGF-1 fueron medidas usando un kit de ELISA (American Laboratory Products Company, New Hampshire, Ohio, USA; Porstmann y Kiessig, 1992). Los coeficientes intra e interensayo fueron 0.058 y 0.050, respectivamente.

Análisis estadístico

Las concentraciones plasmáticas de IGF-1 fueron analizadas mediante un análisis de varianza a dos vías (ANOVA) con medidas repetidas. Los datos individuales obtenidos sumando el valor de cada periodo de muestreo en cada grupo fue analizado mediante una prueba de T. Los datos fueron presentados como promedio ± SEM, y los resultados fueron considerados como significativos cuando la $P<0.05$. Todos los análisis estadísticos fueron desarrollados usando el software SYSTAT 12 (Systat Software, San Jose, CA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles promedio de IGF-1 plasmática fueron más altos en los cabritos expuestos a días largos artificiales (152.8±10.7 ng/mL) que en los cabritos mantenidos en días decrecientes naturales (96.5±19.4 ng/mL; efecto fotoperiodo; $P<0.01$). Además, hubo un efecto del tiempo sobre los niveles de IGF-1 durante el periodo de estudio (Figura 1; $P<0.001$), mientras ninguna interacción fue encontrada entre el fotoperiodo y el tiempo de estudio sobre los niveles de IGF-1 ($P>0.05$). Los niveles de IGF-1, obtenidos sumando los valores individuales de IGF-1 de cada periodo de muestro fue más alto en el grupo tratado que en el grupo control (Figura 2; $P<0.05$).

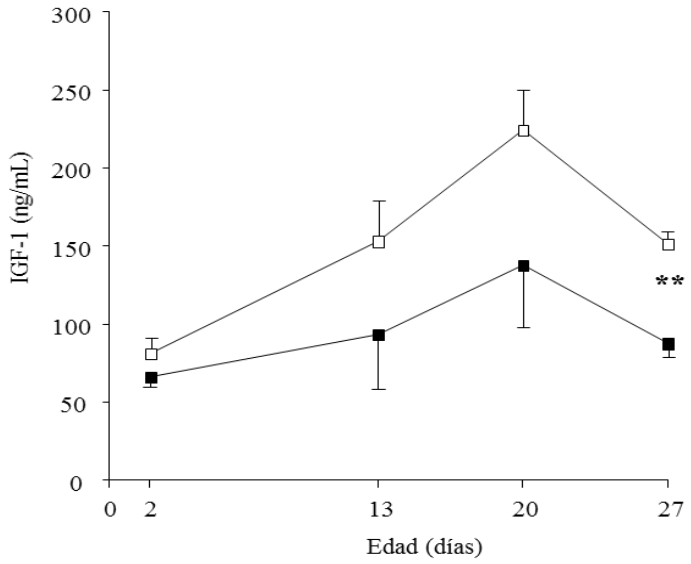


Figura 1. Niveles promedio del factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1) en los cabritos expuestos a días largos artificiales (grupo tratado; □) o mantenidos bajo fotoperiodo natural decreciente (grupo control; ■; **P<0.01).

Los resultados del presente estudio demuestran que, en cabritos nacidos durante la estación de otoño, la exposición a un fotoperiodo de día largo artificial incrementa sus niveles plasmáticos de IGF-1 comparado con los cabritos mantenidos bajo fotoperiodo natural decreciente. Estos resultados confirman lo previamente reportado en terneros y renos, en el cual la exposición a un fotoperiodo artificial incrementó los niveles de IGF-1 (Kendall *et al*., 2003; Suttie *et al*., 1991). El mecanismo fisiológico mediante el cual los días largos artificiales incrementa los niveles de IGF-1 en rumiantes aún no está claro, sin embargo, una posibilidad de este efecto es explicado por una reducción en el tiempo de secreción de melatonina debido a la exposición a los días largos. Por ejemplo, las vaquillas pre púberes cuando son alimentadas con melatonina que imita un día corto, la secreción de IGF-1 es suprimida (Smith *et al*., 1997). En nuestro estudio, es probable que la secreción de IGF-1 obtenida en las crías expuestas a días largos pueda estar asociada al crecimiento de las crías, tal como ha sido reportado en terneros y renos (Kendall *et al*., 2003; Suttie *et al*., 1991). En estas especies, la ganancia de peso fue mayor en las crías expuestas a días largos que en las crías mantenidas en días cortos artificiales, y esta ganancia de peso fue asociada con las concentraciones de IGF-1.

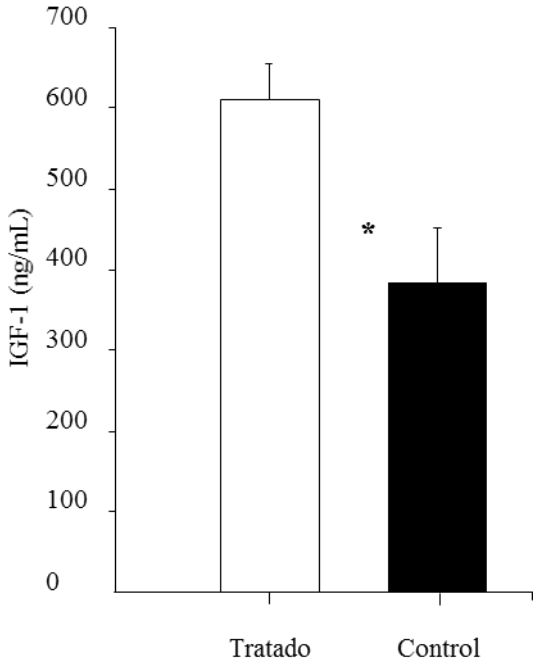


Figura 2. Niveles totales promedio de IGF-1 obtenidos sumando los valores individuales de cada periodo de muestreo (*P<0.05).

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio demuestran que, en los cabritos nacidos durante el otoño, la exposición a un fotoperiodo de día largo artificial incrementa los niveles de IGF-I en comparación a los cabitos mantenidos en días decrecientes naturales.

BIBLIOGRAFÍA

Forbes, J.M., Driver, P.M., El Shahat, A.A., Boaz, T.G. and Scanes, C.G., 1975. The effect of daylength and level of feeding on serum prolactin in growing lambs. Journal of Endocrinology. 64: 549-554.

Hernández, H., Flores, J.A., Delgadillo, J.A., Fernández, I.G., Flores, M.J., Mejía, A., Elizundia, J.M., Bedos, M., Ponce, J.L. and Ramírez, S., 2016. Effects of exposure to artificial long days on milk yield, maternal insulin-like growth factor 1 levels and kid growth rate in subtropical goats. Animal Science Journal. 87: 484-491.

Kendall, P.E., Auchtung, T.L., Swanson, K.S., Radcliff, R.P., Lucy, M.C., Drackley, J.K. and Dahl, G.E., 2003. Effect of photoperiod on hepatic growth hormone receptor 1A expression in steer calves. Journal of Animal Science. 81: 1440-1446.

Peters, R.R., Chapin, L.T., Emery, R.S. and Tucker, H.A., 1980. Growth and hormonal response of heifers to various photoperiods, Journal of Animal Science. 51: 1148-1153.

Porstmann, T. and Kiessig, S. T., 1992. Enzyme immunoassay techniques. An overview, Journal of Immunological Methods. 150: 5–21.

Salinas, H., Flores, R.T. y Falcón, J.A. 1993. Diagnóstico del sistema de producción de carne en el estado de Zacatecas. En: Reporte del proyecto de sistemas de producción caprino en la Comarca

Lagunera y Zacatecas. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales y Agropecuarias. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo Rural. Campo Experimental Calera. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. México.75 p. (Publicación Especial No.10).

Smith, J. D., Douglass, L. W., Coyne, J. A. and Dahl, G. E., 1997. Melatonin feeding that stimulates a short day photoperiod (SDPP) suppresses circulating insulin-like growth factor-I (IGF-1) in pre-pubertal heifers. Journal of Animal Science. 75: (Suppl 1), 215.

Suttie, J.M., White, R.G., Breier, B.H. and Gluckman, P. D., 1991. Photoperiod associated changes in insulin-like growth factor I in reindeer. Endocrinology. 129: 679-682.

Tucker, H. A., Petitclerc, D. and Zinn, S., 1984. The influence of photoperiod on body weight gain, body composition, nutrient intake and hormone secretion. Journal of Animal Science, 59: 1610-1620.

IMPACTO ECONÓMICO DEL USO DEL ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO EN LA DIETA DE VACAS LACTANTES PARA INCREMENTAR CALIDAD DE LECHE

[1]Maldonado-Jáquez, J.A., [2]Granados-Rivera, L.D., [3]Bautista-Martinez Y., [4]Dominguez-Martínez, P.A.

[1]Campo Experimental La Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440.
[2]Campo Experimental General Terán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400.
[3]Faculta de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87000
[4]Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 34170.
*Autor para correspondencia: maldonado.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las empresas dedicadas a la producción de leche logran ser rentables cuando el hato se maneja de manera eficiente (Espinosa-Garcia *et al.*, 2004), donde el precio de venta de la leche está por encima del precio de producción (Romo *et al.*, 2014). Dos factores son claves para que la empresa lechera adquiera mayor poder de negociación y en consecuencia incremente el precio de venta. Primero, ofertar una mayor cantidad de leche, y segundo, ofertar leche con algún valor agregado (Bartl *et al.*, 2009), este último tiene gran importancia, debido al cambio en el patrón de consumo de productos lácteos hacia productos con mayor valor nutricional e inocuos (Godfray *et al.*, 2010). Derivado de ello, existe disponibilidad del consumidor por adquirir alimentos que contribuyan a mejorar su salud, aunque estos tengan un mayor costo económico que los productos lácteos convencionales (Van Rijswijk y Frewer, 2012). El consumo de un producto lácteo con un mayor contenido en ácido linoleico conjugado (ALC), resulta atractivo para el humano, debido a que existen evidencias que el consumo de ALC puede inhibir la carcinogénesis, reducir síntomas de diabetes mellitus tipo II y grasa en tejidos, efectos atribuidos, a sus isómeros *cis*-9, *trans*-11 y *trans*-10, *cis*-12 (Yang *et al.*, 2015).

La concentración de ALC en leche puede manipularse a través de diferentes estrategias nutricionales (Siurana y Calsamiglia, 2016), siendo el pastoreo la estrategia alimenticia más económica para aumentar la concentración del ALC en la grasa láctea (Lahlou *et al.*, 2014), aunque no la más eficiente, ya que ello depende del contenido y tipo de grasa en los pastos (León-Caviedes *et al.*, 2011). Por tanto, una alternativa es adicionar a la dieta de vacas lactantes, isómeros *cis*-9, *trans*-11 y *trans*-10, *cis*-12 protegidos a la fermentación ruminal, aumentado así la concentración del ALC en leche (Bauman *et al.*, 2011). Sin embargo, es

necesario considerar el incremento en el costo de producción de leche al adicionar el ALC, a fin de garantizar la rentabilidad de la empresa lechera. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue realizar un análisis económico de la inclusión del ácido linoleico conjugado en la dieta de vacas lactantes y su efecto en los costos de producción.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio: Se utilizaron registros de producción de leche mensual y datos de costos e ingresos de una unidad de producción lechera (UPL) particular a pequeña escala, en Caobanal, municipio de Huimanguillo, Tabasco. El clima en la región se clasifica como cálido húmedo, con lluvias en verano y otoño. La precipitación media anual es de 2 295 mm año^{-1}, con dos períodos definidos, húmedo de junio a octubre, donde se obtiene 70 % de la lluvia promedio anual, y seco de noviembre a mayo. La temperatura máxima, media y mínima registrada es 35, 25 y 15 °C, respectivamente, con humedad relativa de 77.4 % (INEGI, 2007).

Manejo general de la UPL: La UP cuenta con 2 sementales, 15 novillonas, 8 terneras, 8 terneros y 32 vacas en producción con doble ordeña por día. Las vacas (¾ Suizo x Cebú) se encuentran en pastoreo intensivo rotacional (pradera mixta de *Cynodon plectostachyus*, *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizantha*), consumen 5.0 kg de concentrado comercial diariamente (mitad en cada ordeña), cuyo contenido de proteína cruda y grasa es 18.0 y 3.2 %. Además, a las vacas se les proporciona 5.0 kg de ensilado de maíz en cada ordeña. El empadre se realiza mediante inseminación artificial y monta natural controlada.

Análisis económico: Se utilizaron registros de costos e ingresos generados durante un año. El análisis económico incluyó todos los componentes del costo total (CT): inversión, administración, mano de obra, alimentación (alimento concentrado, ensilado y pasto), medicamentos, utensilios y equipo, mantenimiento, combustible, energía eléctrica y gas. A partir del CT se calcularon los costos unitarios (CU) y éstos fueron clasificados en las categorías de variables (CV) y fijos (CF) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio de costo de producción ($) del rancho.

Concepto	Rancho	Leche	Becerros	Semental	Vacas
		Participación de ingresos ($)			
	100.00	74.7	14.8	7.0	3.5
		Cotos variables (61.4%)			
Mano de obra	160,984.7	12,255.6	23,825.7	11,268.9	5,634.5
Minerales y Urea	7,123.1	5,321.0	1,054.2	498.6	249.3
Alimentación	25,133.07	18,7749.0	37,196.9	17,593.1	8,796.6
Medicamentos	8,120.1	6,005.7	1,201.8	563.4	284.2
Gas	11,404.9	8,519.5	1,687.9	798.3	399.3
Utensilios	1,016.9	759.6	150.5	71.2	35.6
Mantenimiento	7,588.6	5668.7	1,123.1	531.2	265.6
Refacciones	558.2	417.0	82.6	39.1	19.5
Combustible	1,263.0	943. 5	186.9	88.4	44.2
Energía Eléctrica	1,794.5	1,340.5	265.6	125.6	62.8
Ensilaje	67,258.8	50,238.6	9,953.6	4,707.8	23,53.9
Costos Variables	533,595.0	39,8595.5	78,972.1	37,351.7	18,675.8
		Costos Fijos (38.6)			
Depreciación	138,775.2	103,665.1	20,538.7	9,714.3	4,857.1
Administración	28,665.4	21,413.1	4,243.5	2,006.6	1.003.8
Costos fijos	167,440.4	125,078.0	24,781.2	11,720.8	5,860.4
Costos Totales	868,475.8	648,751.4	128,534.4	60,793.3	30, 396.7

El cálculo del costo del litro de leche y producción de becerros, sementales y vacas se realizó a través de la metodología propuesta por Schaefer (1982). Es preciso aclarar que el costo de cada animal producido se calculó únicamente con el objetivo de no sobreestimar el costo de producción por litro de leche.

Con esta información se estimó la estructura de costos e ingresos, de donde se generó el costo unitario por productos generado (CUG), utilidad neta, utilidad por producto generado (UPG; leche, becerros, sementales y vacas de desecho (Cuadro 9), utilizando las siguientes formulas:

$$UG = \frac{Costos\ totales\ de\ producción}{Producción\ total\ del\ producto\ generado}$$

$$UPG = Precio\ de\ venta\ del\ productor\ - Costo\ unitario\ del\ producto$$

Del mismo modo se obtuvo el ingreso económico por concepto de venta de leche, becerros, sementales y vacas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ingreso promedio por venta de leche y animales en la finca.

	Leche (L)	Becerros	Sementales	Vacas
Producto Generado	12,006.4	20	2	2
Precio de venta ($)	6.0	7,350.0	35,000.0	12,500.0
Ingreso Total($)	744,038.4	147,000.0	70,000.0	25,000.0

Finalmente, a partir del costo unitario de producción de leche $ 5.20 por litro (Cuadro 3), se determinó el costo por litro de leche enriquecida con ALC, al sumarle el costo del suplemento alimentico.

Cuadro 3. Indicadores económicos de la finca.

Concepto	Rancho	Leche	Becerro	Semental	Vacas
Ingreso Total($)	996,038.4	744,038.4	147,000.0	70,000.0	35,000.0
Costo totales ($)	868,475.8	648,751.4	128,534.4	60,793.3	30,396.7
Unidades Producidas		124,006.40	20,00	3.0	3.0
Costos Unitarios de Producción ($)		5.2	6,426.7	20,264.4	10,132.2
Precio de venta ($)		6.0	7,350.0	25,000.0	12,500.0
Utilidad por unidad producida		0.8	923.3	4,735.6	2,367.8

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El costo de litro de leche se incrementó 8.1 % en el tratamiento ALC respecto al tratamiento testigo, ocasionando que la utilidad por litro de leche se redujera, pero, manteniéndose positiva. Lo cual indica ganancia económica (Cuadro 4). La utilidad en el grupo testigo fue de $ 0.80 pesos por litro de leche, con un precio de venta de $ 6.00 por litro de leche. En un escenario en donde se pretenda obtener una utilidad similar a la del tratamiento testigo es necesario incrementar el valor del litro de leche a $ 6.42.

Cuadro 4. Costo del litro de leche de vacas complementadas con ALC.

	Testigo	ALC[1]

Producción de leche (L/día)	15.47	15.21
Concentración de grasa en leche (%)	3.86	2.83
Concentración del isómero *cis*-9, *trans*-11 ALC	1.12	1.68
Costo del suplemento por día ($)	-----	6.50
Costo del suplemento por litro de leche ($)	-----	0.42
Costo del litro de leche ($)	5.20	5.62
Utilidad por litro de leche ($)	0.80	0.38

[1]ALC= Ácido linoleico conjugado.

El incremento en el valor de leche con mayor contenido en ALC puede ser absorbido por empresas interesas en vender alimentos con características nutracéuticas. Al respecto, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina en conjunto con una empresa privada desarrollaron leche enriquecida con ALC, que comercializan como categoría "*Premium*" con un incremento de 85 % en el precio de venta respeto a la leche entera de categoría estándar (Cámpora, 2016). Asimismo, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos otorga la certificación USDA ORGANIC ® a empresas en ese país que produzcan alimentos sin uso de aditivos químicos de fabricación industrial, o que tengan en su composición nutricional ingredientes funcionales, situación que algunas empresas como Organic Valley ® y Traders Point Creamery ® han aprovechado, obteniendo la certificación USDA ORGANIC ® por ofertar leche con alto contenido de ALC (USDA, 2013), y con lo cual generan mayores ganancias por litro de leche debido a que ofertan un producto con valor agregado (Van Rijswijk y Frewer, 2012). Esto se basa en el hecho de que los consumidores están dispuestos a pagar más por leche, queso o yogur con alto contenido de ALC debido a sus potenciales efectos positivos en salud (Maynard y Franklin, 2003). En particular, familias integradas por niños y jóvenes (Peng, 2015). Además, la leche enriquecida con ALC puede ser un medio para atraer a consumidores que han optado por no consumir leche y sus derivados, debido a la fuerte difusión del impacto negativo de la grasa láctea en la salud (Wham y Worsley, 2003).

En este contexto, el desarrollo y consumo de productos lácteos con alto contenido de ALC puede mejor la salud del consumidor y traer beneficios económicos al productor de leche y a la

industria procesadora de productos lácteos (West y Larue, 2004). Sin embargo, es necesario que se desarrollen y normen criterios para otorgar un sobreprecio a leche con alto contenido de ALC con el fin de que los productores se interesen en establecer un manejo nutricional en su hato para este fin (Maynard y Franklin, 2003).

CONCLUSIÓN

La complementación de vacas en lactación con ácido linoleico conjugado permite que la leche tenga una mayor concentración de ácido linoleico conjugado. No obstante, el costo de producción de este tipo de leche es mayor, requiriéndose que el precio de venta de la leche enriquecida con ALC tenga un sobreprecio a fin de garantizar ganancias económicas.

BIBLIOGRAFÍA

Bartl K., Mayer C., Gómez A., Muñoz E., Hess D. and Holmann F. 2009. Economic evaluation of current and alternative dual-purpose cattle systems for smallholder farms in the central Peruvian highlands, Agricultural Systems, 101: 152–161.

Bauman D.E., Harvatine K.J. and Lock A.L. 2011. Nutrigenomics, rumen-derived bioactive fatty acids, and the regulation of milk fat synthesis. Annual Review of Nutrition, 31: 299-319.

Cámpora M. S. 2016. Alimentos funcionales: tecnología que hace la diferencia. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 42: 131-137.

Espinosa-García J.A., Wiggins S., González A.T. and Aguilar B.U. 2004. Sustentabilidad Económica a Nivel de Empresa: aplicación a unidades familiares de producción de leche en México. Técnica Pecuaria en México, 42: 55-70.

Godfray H.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., Muir J.F., Pretty J., Robinson S., Thomas S. and Toulmin C. 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. Science, 327: 812-818.

Lahlou M.N., Kanneganti R., Massingill L.J., Broderick G.A., Park Y., Pariza M.W., Ferguson J.D. and Wu Z. 2014. Grazing increases the concentration of CLA in dairy cow milk. Animal, 8: 1191–1200.

León-Caviedes J.M., Pabón-Restrepo M.L. and Carulla-Fornaguera J.E. 2011. Pasture traits and conjugated linoleic acid (CLA) content in milk. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 24: 63-73.

Loften R.J., Lin G.J., Drackley K.J., Jenkins C.T., Soderholm, G.C. and Kertz, F.A. 2014. Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 97: 4661–4674.

Maynard L.J. and Franklin S.T. 2003. Functional foods as a value-added strategy: The commercial potential of “Cancer-Fighting” dairy products. Review of Agricultural Economics, 25: 316–31.

Peng Y., West G.E. and Wang C. 2006. Consumer Attitudes and Acceptance of CLA-Enriched Dairy Products. Canadian Journal of Agricultural Economics, 54: 663–684.

Romo C., Valdivia A., Carranza R., Cámara J., Zavala M., Flores E. and Espinosa J. 2014. Brechas de rentabilidad económica en pequeñas unidades de producción de leche en el altiplano central mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 5: 273-290.

Schaefer K. W. 1982. Metodología de análisis de las inversiones en explotaciones agrícolas. Materiales de Capacitación del Instituto de Desarrollo Económico. Banco Mundial. Washington, D.C. USA. p. 342-352.

Siurana A. and Calsamiglia S. 2016. A meta-analysis of feeding strategies to increase the content of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy cattle milk and the impact on daily human consumption. Animal Feed Science and Technology, 217: 13–26.

USDA. 2013. USDA Departmental Guidance on Organic Agriculture, Marketing and Industry. Office of the Secretary Washington, D.C. 20250. Disponible en:

https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/usda-departmental-guidance-organic-agriculture.pdf. Descargado el 08-06-2017.

Van Rijswijk W. and Frewer LJ. 2012. Consumer needs and requirements for food and ingredient traceability information. International Journal of Consumer Studies, 36, 282-290.

West G.E. and Larue B. 2004. Profiling consumer trend-setters in the Canadian healthy foods market. Current Agriculture and Resource, 5: 65–82.

Wham C. and Worsley A. 2003. New Zealander's attitudes to milk: Implications for public health. Public Health Nutrition, 6: 73–8.

Yang B., Chen H., Stanton C., Ross R.P., Zhang H., Chen Y. Q. and Chen W. 2015. Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease. J Funct. Foods., 15: 314–325.

EFECTO DEL HORARIO DE COMPLEMENTACIÓN SOBRE LA PRODUCCION Y COMPOSICION DE LECHE EN CABRAS LACTANTES

[1]Maldonado-Jáquez, J.A., [2]Granados-Rivera, L.D., [3]Argüelles-Verdugo, E.A., [4]Dominguez-Martínez, P.A, [1]Sánchez-Duarte, J.I.

[1]Campo Experimental La Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440.
[2]Campo Experimental General Terán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400.
[3]Departamento de Postgrado. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia, Durango, México. C.P. 35000
[4]Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 34170.
*Autor para correspondencia: maldonado.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La carne y leche de cabra son alimentos con valor nutritivo alto para la población humana (Albenzio *et al.*, 2016), también, promueven la salud en sus consumidores (Mohrand-*Fehr et al.,* 2007), y en particular en zonas rurales, además de ser fuente de alimento, son generadoras de ingresos en las familias de bajos recursos económicos.

Esta especie animal es versátil, puede cosechar una amplia variedad de plantas herbáceas nativas y tienen la habilidad para caminar largas distancias, (Ahamefule *et al.,* 2007; Allegretti *et al.,* 2012). Por lo tanto, estas características hacen al ganado caprino una opción para la explotación ganadera en condiciones de agostadero. No obstante, la capacidad de adaptación alta de la cabra, durante la época seca, cuando la cantidad y calidad nutritiva de la vegetación es baja, limita la productividad de ésta (Akindale *et al.,* 2002).

Para resolver dicho problema, se han propuesto estrategias de complementación alimenticia, como el uso de alimentos concentrados, con resultados positivos (Alves-Rufino *et al*., 2012). Por su parte, Maldonado-Jáquez *et al.,* (2017*)* utilizaron un alimento integral para complementar la dieta de las cabras durante la época seca y encontraron que la producción de leche se incrementó 225%, sin embargo, observaron una disminución potencial del consumo de forraje, lo cual pudo deberse a que el complemento fue ofrecido por la mañana antes que las cabras salieran a pastorear, y con lo cual pudo haber un efecto de prellenado del rumen; no obstante lo anterior, no existen estudios que describan este comportamiento en caprinos de las región Comarca Lagunera. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del horario (mañana vs tarde) de complementación con un concentrado comercial sobre la producción y calidad de leche de cabras locales durante la época seca (mayo a Julio) en la Comarca Lagunera, en el norte de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una unidad de producción del ejido Zaragoza, Viesca, Coahuila, en la Comarca Lagunera. Esta región se ubica entre las coordenadas 24° 22' y 26° 23' Latitud Norte y 102° 22´ y 104° 47´ Longitud Oeste y a 1100 msnm. El clima, según la clasificación de Köppen, corresponde a BWhw, que se caracteriza por ser muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco. La precipitación media anual es de 240 mm y la temperatura media anual a la sombra es de 25 °C, con rangos de -1 °C en invierno a 44 °C en verano. El manejo de los animales se realizó de manera tradicional para un esquema de producción basado en el pastoreo extensivo y donde el manejo sanitario se limita al control de parásitos internos y externos cada 6 meses. La alimentación de los animales se realizó mediante pastoreo diurno de especies vegetales nativas con horario establecido entre las 11:00 y 20:00 h y por la tarde los animales descansaron en corrales contiguos a la vivienda del productor y donde tienen agua con acceso *ad libitum*.

Se utilizaron 14 cabras locales multíparas asignadas aleatoriamente a tres grupos, bajo un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron: grupo sin complemento [Testigo (n=4), 30.13±8.55 kg de peso vivo (PV), 1.63±0.14 de condición corporal (CC), 2.75±1.5 partos/cabra y 45 días en lactancia], grupo complementado por la mañana [COMPMAÑ (n=5), 30.40±5.64 kg de PV, 1.55±0.21 de CC, 2.60±1.14 partos/cabra y 45 días en lactancia] y el grupo complementado por la tarde [COMPTAR (n=5), 30.90±4.90 kg de PV, 1.65±0.22 de CC, 2.60±1.67 partos/cabra y 40 días en lactancia]. El grupo Testigo se alimentó únicamente con lo que recolectaron durante la ruta de pastoreo, el grupo COMPMAÑ además del pastoreo recibió 500 g de un concentrado comercial entre las 7:00 y 8:00 h antes de salir al pastoreo y el grupo COMPTAR fue pastoreado y complementado con 500 g de concentrado comercial entre las 19:30 y 20:30 h. El periodo de complementación fue de 45 días.

Las variables evaluadas fueron la producción de leche y sus componentes (grasa, proteína y lactosa). La producción de leche se midió individualmente en cada cabra mediante ordeño manual semanalmente durante 6 semanas y se expresó en gramos por día. Se utilizó una báscula electrónica comercial con capacidad de 45 kg±5g. Los componentes de la leche se evaluaron en una muestra de 50 ml de la producción individual. Las muestras de leche fueron trasladadas al laboratorio de lácteos del Campo Experimental La Laguna donde se analizaron los contenidos de proteína, grasa y lactosa con el equipo Milkoscope Expert Automatic® calibrado específicamente para leche de cabra.

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete Infostat (Balzarini *et al.*, 2008). Se realizó un análisis de varianza para las variables producción y componentes de la leche. Las comparaciones de las medias se realizaron con la prueba de tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra el efecto de la complementación sobre la producción y calidad de la leche. La producción de leche fue superior en el grupo COMPMAÑ al compararse con el grupo Testigo (P=0.03). Sin embargo, la producción de leche fue similar entre el grupo COMPTAR y el grupo Testigo. Similar a nuestros resultados, Mohrand-Fher *et al.* (2007) indicó que la distribución del alimento durante el día, en particular entre mañana y tarde, usualmente no modifican la producción de leche y sus componentes. Por su parte, Pérez-Ramírez *et al.* (2009), encontraron que la producción de leche se reduce cuando el tiempo de pastoreo diurno es menor a 8 horas. En el presente estudio, las cabras pastorearon durante más de 8 horas y la producción de leche del grupo Testigo fue la menor. Lo cual, evidencia que el forraje disponible en el agostadero no satisface los requerimientos de las cabras durante la época seca.

La concentración de la grasa en la leche no fue diferente entre tratamientos (Cuadro 1; P=0.028), pero las cabras del grupo TAR mostraron una mayor concentración de proteína y lactosa en leche que las cabras del grupo MAÑ y las del grupo Testigo. Avondo *et al*. (2007) tampoco encontró diferencia significativa del pastoreo por la mañana (9:00 a 13:00 h) o tarde (12:00 a 16:00 h) sobre la concentración de grasa en la leche en las cabras. Sin embargo, la concentración de proteína en la leche fue similar a la encontrada en el presente estudio, indicando un mayor contenido de proteína en la leche de las cabras pastoreadas por la tarde que aquellas que se pastorearon por la mañana. Dichos investigadores atribuyeron la mayor concentración de proteína en la leche en los animales pastoreados por la tarde a un mayor consumo de carbohidratos solubles en agua en estas cabras que en aquellas que pastorearon por la tarde (Avondo *et al*., 2007); lo cual mejoró la eficiencia de conversión ruminal del nitrógeno de la pastura a nitrógeno microbial, que potencialmente se utilizó para aumentar la síntesis de la proteína de la leche. Entonces, es necesario investigar el efecto del pastoreo (mañana vs tarde) sobre los parámetros de fermentación ruminal, digestibilidad de nutrientes y síntesis de nitrógeno microbiano en las cabras en investigaciones futuras. El mayor consumo de carbohidratos solubles en agua en las cabras del estudio de Avondo *et al*., (2007) coincide con los mayores contenidos de estos carbohidratos en las plantas por la tarde del mismo estudio.

Cuadro 1. Producción y calidad de leche de cabras locales complementadas con concentrado comercial en diferentes horarios (matutino y vespertino).

Variables	Testigo	MAÑ	TAR	EEM	P-Value
Leche (gr d^{-1})	585.36[b]	851.02[a]	711.81[ab]	56.43	0.003
Grasa (%)	4.42[a]	4.36[a]	4.68[a]	0.15	0.028
Proteína (%)	3.05[b]	3.08[b]	3.15[a]	0.02	0.0001
Lactosa (%)	4.56[b]	4.60[b]	4.77[a]	0.03	0.0001

Testigo = 9 horas de pastoreo sin complemento alimenticio; MAÑ = 9 horas de pastoreo + 500 g de concentrado comercial por la mañana (7:00 y 8:00 h); TAR = 9 horas de pastoreo + 500 g de concentrado comercial por la tarde (19:30 y 20:30 h).

[ab]Literales similares entre líneas no son diferentes p>0.05; EEM= Error Estándar de la Media.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que ofrecer 500 gr de concentrado comercial como complemento alimenticio a cabras lactantes en pastoreo incrementa la producción de leche. Asimismo, ofrecer dicho complemento por la tarde incrementa el contenido de proteína y lactosa en leche.

Se recomienda continuar las investigaciones respecto al horario de complementación y su efecto con diversos alimentos, lo anterior para que se desarrollen estrategias de alimentación adecuadas a las condiciones de pastoreo extensivo de la Comarca Lagunera.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al productor Antonio González por su invaluable apoyo en la realización del presente estudio y al INIFAP por el apoyo con fondos fiscales de los proyectos “Desarrollo de estrategias alimenticias para incrementar la producción y calidad nutricional de la leche de cabra del sistema extensivo en el Estado de Nuevo León” No. SIGI 8402134380 y “Complemento alimenticio para cabras lactantes en la época seca, bajo pastoreo extensivo” No. SIGI 922462943

BIBLIOGRAFÍA

Ahamefule, F.O., Ibeawuchi, J.A., Nwachinemere, G.C. (2007). Comparative evaluation of milk yield and compositions of West African Dwarf Goats raised in the village and university environment. Journal of Animal and Veterinary Advances. 6(6):802-806.

Akinlade, J., Smith, J.W., Larbi, A., Archibong, I.O., Adekunle, I.O. (2002). Forage form cropping systems as dry season supplements for sheep. Tropical Grasslands. 36:102-106.

Albenzio, m., Santillo, A., Avondo, M., Nudda, A., Chessa, S., Pirisi, A., Banni, S. (2016). Nutritional properties of small ruminant food products and their role in human health. Small Ruminant Research. 135:3-12.

Allegretti, L., Sartor, C., Paez_lama, S., Egea, V., Fucili, M., Passera, C. (2012). Effect of the physiological state of Criollo goats on the botanical composition of their diet in NE Mendoza, Argentina. Small Ruminant Research. 103:152-157.

Alves-Rufino, M.O., Azevedo-Alves, A., Martines-Rodrigues, M., Lustosa de Moura, R., Rodrigues-Cavalcante, A.C., Pinheiro-Rogério, M.C. (2012). Goat milk production and quality on Tanzania-grass pastures, with supplementation. Acta Scientiarum. 34(4):417-423.

Avondo, M., A. Bonnano, R. Pagano, A. Grigoli Di, D. Giambalvo, and M. L. Alicata. 2007. Goat intake, selection and milk quality as affected by grazing day of time. CIHEAM Options Mediterraneennes (74):67-71.

Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. (2008). *Manual del Usuario*, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

Maldonado-Jáquez, J.A., Granados-Rivera, L.D., Hernández-Mendo, O., Pastor-López, F.J., Isidro-Requejo, L.M., Salinas-González, H., Torres-Hernández, G. (2017). Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. Nova Scientia. 9(1): 55-75.

Mohrand-Fehr, P., Fedele, V., Decandia, M., Le Frileux, Y. (2007). Influence of farming and feeding systems on composition and quality of gaot and sheep milk. Small Ruminant Research. 68:20-34.

Pérez-Ramírez, E., Peyraud, J., Delegrade, R. (2009). Restricting daily time at pasture al low and high pasture allowance: effects on pasture intake and behavioral adaptation of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 92(7):3331-3340.

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO EN EL OCCIDENTE DE TABASCO.

[1]Argüelles-Verdugo, E.A., [2]Granados Rivera, L.D., [3]Maldonado-Jáquez, J.A., [4] Bautista-Martínez, Y.

[1]Departamento de Postgrado. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia, Durango, México. C.P. 35000
[2]Campo Experimental General Terán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400.
[3]Campo Experimental La Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440.
[4]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87000
*Autor para correspondencia: maldonado.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, cierto sector de consumidores de leche demanda un producto que posea calidad físico-química, sanitaria y propiedades nutracéuticas que les ayuden a conservar o mejorar su estado de salud. En adición, es bien visto por algunos consumidores, que los animales sean manejados bajo condiciones de bienestar animal durante el proceso productivo. Estas condiciones pudieran ser satisfechas con facilidad mayor en los sistemas de producción tropical debido a que las vacas se alimentan casi en su totalidad a través del pastoreo, bajo estas circunstancias, las vacas se encuentran en un ambiente natural lo que eleva su bienestar (Hernández-Mendo *et al*., 2007). Además, existen evidencias que indican que la leche de vacas adquiere propiedades nutracéuticas cuando estas son alimentadas con base en el pastoreo (Lahlou *et al*., 2014). La situación anterior hace atractiva la producción de leche bajo condiciones de pastoreo en el trópico mexicano, ya que se puede generar un producto con características diferenciadas y un mayor valor agregado, permitiendo con ello un ingreso económico mayor para el productor y, en consecuencia, un aumento en la capacidad de inversión para mejorar el sistema de producción.

En el corto plazo, un reto que se deben fijar los productores de leche localizados en la región tropical es la producción de un producto lácteo diferencial al de otras regiones lecheras del país, en donde la leche tenga calidad suprema y un mayor precio de venta (Hernández *et al*., 2009). De ahí la importancia de identificar y cuantificar los compuestos bioactivos presentes en la leche y que le confieren características nutracéuticas.

En los sistemas de producción de leche bovina, existe el interés de cambiar el perfil lipídico de la leche hacia uno que promueva un estado de salud en los consumidores del producto lácteo (Hu *et al*., 2001). En particular, en la leche es deseable la presencia del ácido linoleico

conjugado (ALC) debido a que existen evidencias que su consumo tiene efectos benéficos sobre la salud en los humanos, al inhibir la carcinogénesis, reducir el contenido de grasa en los tejidos y los síntomas de diabetes mellitus tipo II (Yang *et al*., 2015). De ahí que sea deseable incrementar el contenido de ALC en la leche a través de diferentes estrategias nutricionales (Siurana y Calsamiglia, 2016).

El tipo de alimento que reciben las vacas en lactación es el factor que más influye sobre la concentración de ALC en la leche (Siurana y Calsamiglia, 2016), otros factores que influyen son, el sistema de producción, raza, nivel de producción de leche, etapa de lactancia y época del año (Hanuš *et al*., 2016). En tanto, la estrategia nutricional más económica para incrementar el contenido de ALC en la leche, es alimentar a las vacas con base en el pastoreo (Lahlou *et al*., 2014).

En las regiones tropicales de México la información disponible respecto a la influencia del tipo de alimentación sobre la concentración de ALC en leche bovina es limitada. Granados-Rivera *et al*. (2015) reportaron que la leche bovina proveniente de la región La Chontalpa, Tabasco, tiene una concentración de ALC entre 0.78 y 1.22 g 100 g^{-1} de ácidos grasos (AG), valores que son superiores a lo reportado en leche de vacas en pastoreo en la región no tropical del altiplano mexicano [0.58 g de ALC 100 g^{-1} AG; Ramírez-Mella *et al*. (2013); 0.76 g de ALC 100 g^{-1} AG; Castro-Hernández *et al*. (2014)], y vacas en sistemas de producción con confinamiento total en el norte del país [0.50 g de ALC 100 g^{-1} AG; Ortega-Pérez *et al*. (2013)].

Los resultados de Granados-Rivera *et al*. (2015) sustentan que la leche proveniente de los sistemas de producción de la región tropical puede ofertarse como un producto diferencial, con mayor potencial nutracéutico, lo que le daría al productor mayor poder de negociación en la búsqueda de incrementar el precio de venta de la leche. No obstante, en Tabasco las condiciones donde se desarrollan las praderas no son homogéneas y, en consecuencia, la concentración de ALC puede variar respecto al tipo de ecosistema donde pastorea la vaca, sin embargo, no existe información al respecto. Por ejemplo, en el occidente de Tabasco, los dos ecosistemas donde se desarrolla la ganadería bovina son Vega de río y Sabana, la primera se caracteriza por poseer suelos de fertilidad y disponibilidad de nitrógeno alta, con pH neutro. Por el contrario, los de sabana, son poco fértiles, con pH ácido y baja disponibilidad de nitrógeno. Por lo tanto, se espera que la leche producida en Vega de río tenga mayor concentración de ALC respecto a la sabana, siendo este el objetivo del presente estudio: comparar el perfil de ácidos grasos de la leche en estas dos regiones del Estado de Tabasco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollo experimental. El estudio se realizó en la región occidente del estado de Tabasco, la cual comprende los municipios de: Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo y Paraíso. Para ello se tomaron muestras de leche de 13 tanques enfriadores de asociaciones de productores, seis en Sabana y siete en Vega de río.

Análisis de laboratorio. La determinación de grasa, proteína y lactosa en leche se realizó por espectrometría infrarroja. La extracción de ácidos grasos de la leche se realizó por centrifugaciones sucesivas. Para determinar el perfil de ácidos de leche se tomaron 50 µl de los lípidos extraídos de la misma, éstos se colocaron en tubos de polipropileno, a los que se les agregaron 3 ml de metóxido de sodio y se agitaron 1 min. Posteriormente, los tubos se colocaron en un vaso de precipitado con agua destilada a 50 °C, 10 min, seguidamente, los tubos se retiraron del vaso y se dejaron enfriar por 5 min. Posteriormente, a los tubos se les agrego 3 ml de ácido clorhídrico metanólico al 5% y se agito 1 min. Los tubos se colocaron dentro del vaso con agua destilada, a 80 °C, 10 min. Terminado esto, los tubos se retiraron del vaso y se dejaron enfriar 10 min. Seguidamente, se les agregaron 3.5 ml de hexano y 5 ml de carbonato de potasio al 6%, éstos se agitaron 1 min, y se centrifugaron 5 min a 2500 x g. Posteriormente, se extrajo la fracción de hexano de la parte superior en el tubo, y se depositó en tubos de polipropileno, a los cuales se le habían agregado 0.5 g de sodio y 0.1 g de carbón, se agitaron, y centrifugaron a 1500 x g por 5 min. Finalmente se extrajo la primera fase de hexano, y se filtró a través de acrodiscos, colocándoseles en viales donde se almacenó a – 5 °C hasta su análisis por cromatografía de gases. Los metil ésteres de ácidos grasos se separaron en una columna capilar de sílice (100 m x 0.25 mm x 0.20 µm de grosor). La identificación de los ácidos grasos se realizó comparando los tiempos retención de cada pico obtenido del cromatograma, con un estándar de 37 componentes de metil ésteres de ácidos grasos, y un estándar específico para isómeros cis-9, trans-11 y trans-10, cis-12.

Análisis estadístico. Se utilizó un análisis de varianza y los resultados se analizaron utilizando el procedimiento GLM de SAS.

En el Cuadro 1, se muestran los resultados de concentración en los componentes de la leche (proteína, lactosa, grasa y solidos no grasos). No hubo diferencias estadísticas (>0.05) entre regiones, excepto en la concentración de grasa, que fue mayor (< 0.05) en Vega de río. Esto pudiera deberse a la mayor calidad del forraje en Vega de río respecto a Sabana (Reyes-Purata

et al., 2009), lo que a su vez está relacionado con la mayor disponibilidad de nitrógeno en suelos de Vega de río, y esto propicia una mayor formación de hojas en los forrajes, y es en este tejido donde se encuentra la mayor concentración de ácidos grasos de la planta (León-Ceviedes *et al*., 2011), lo cual permite que la vaca ingiera una mayor cantidad de ácidos grasos y en consecuencia se incremente la grasa en leche. Al respecto, León-Ceviedes *et al*. (2011) mencionan que existe una correlación positiva entre la disponibilidad de nitrógeno en suelo y la síntesis de ácidos grasos de los pastos, una alta disponibilidad de nitrógeno estimula la síntesis de lípidos en la planta.

Cuadro 1. Composición química de la leche de vaca proveniente de los ecosistemas de Sabana y Vega de río en Tabasco, México.

Componente	Sabana	Vega de río	*EEM	*P*
Proteína (%)	3.25	3.26	0.01	0.729
Lactosa (%)	4.71	4.72	0.02	0.835
Grasa (%)	3.62	4.27	0.15	0.035
Solidos no grasos (%)	8.62	8.63	0.04	0.815

*EEM= Error estándar de la media.

La sumatoria de ácidos grasos insaturados fue mayor en Vega de río 6.96 % con respecto a Sabana, lo que pone de manifiesto la mejor calidad de leche en la región de Vega de río, más aun, la concentración de ALC en esta región, fue superior 56.41 % que en Sabana (Cuadro 2).

Cuadro 2. Perfil de ácidos grasos en leche proveniente de los ecosistemas de Sabana y Vega de río en Tabasco, México.

Ácido graso	Formula	Sabana	Vega de Rio	EEM	*P*
Butírico	C4:0	1.76	1.58	0.04	0.031
Capróico	C6:0	1.37	1.29	0.04	0.382
Caprílico	C8:0	1.11	1.06	0.03	0.454
Cáprico	C10:0	2.48	2.42	0.07	0.696
Undecanoico	C11:0	0.35	0.34	0.01	0.833
Láurico	C12:0	3.00	2.93	0.10	0.756

Tridecanoico	C13:0	0.16	0.21	0.01	0.004
Mirístico	C14:0	11.56	11.13	0.23	0.385
Miristoleico	C14:1	1.29	1.16	0.06	0.351
Pentadecanoico	C15:0	1.50	1.49	0.06	0.937
Palmítico	C16:0	31.36	30.09	0.31	0.032
Palmitoléico	C16:1n7	2.38	2.01	0.08	0.022
Heptadecanoico	C17:0	1.08	0.91	0.04	0.036
Cis-Heptadecanoico	C17:1	0.38	0.30	0.02	0.044
Esteárico	C18:0	10.90	10.87	0.20	0.938
Oléico	C18:1n9	23.52	24.37	0.25	0.358
Elaídico	C18:1n9t	3.23	4.50	0.44	0.006
Linoleico	C18:2n6	1.04	1.29	0.02	0.016
Alfa-linolénico	C18:3n3	0.32	0.36	0.06	0.337
Linolelaídico	C18:2n6t	0.26	0.29	0.01	0.414
CLA	C18:2 c9, t11	0.78	1.22	0.02	0.001
Araquídico	C20:0	0.17	0.18	0.08	0.541
∑AGS		66.80	64.49	0.55	0.029
∑AGI		33.20	35.51	0.55	0.029

Respecto a la concentración de ALC en la región noroeste de Tabasco, esta fue mayor a la reportada para la zona centro y norte del país, lo cual era predecible pues el sistema de alimentación del ganado es casi exclusivamente en pastoreo y está ampliamente documentado la relación positiva entre el consumo de forraje verde por la vaca y concentración de ALC en leche (León-Ceviedes *et al.*, 2011). Al respecto, investigaciones realizadas en el Estado de México con vacas en pastoreo, reportaron concentraciones de ALC de 0.58 y 0.76 g 100 g-1 AG (Ramírez-Mella *et al.*, 2013), estas concentraciones se encuentran por debajo de las encontradas en este estudio (0.78 – 1.22 g 100 g-1 AG), ésta situación se acentúa si se compara con reportes para Sonora de leche de vacas estabuladas donde se reportan concentraciones menores (0.009 g 100 g-1 AG) (Martínez-Borraz *et al.*, 2010) al presente estudio, la tendencia sigue al compararse con una investigación realizada en Baja California

(0.77 g 100 g-1 AG), aun cuando ésta se realizó con vacas en pastoreo (Ortega-Pérez *et al*., 2013).

CONCLUSIONES

La leche de vaca proveniente de Vega de río fue de mayor calidad nutricional respecto a la leche proveniente de Sabana en la región noroeste del estado de Tabasco, debido a que presento una mayor concentración de ácido linoleico conjugado y en general de ácidos grasos insaturados.

LITERATURA CITADA

Granados-Rivera, D.L., Hernández-Mendo, O., Granados-Zurita, L. y Quiroz-Valiente, J. 2015. Perfil de ácidos grasos de la leche de vacas en pastoreo de dos áreas de la Chontalpa en Tabasco, México. In: XXV Reunion Internacional sobre Produccion de Carne y Leche en Climas Calidos, Ensenada, Baja California. p 253-257.

Hanuš, O., Krížová, L., Samková, E., Špicka, J., Kucera, J., Klimešová, M., Roubal, P., and Jedelská R. (2016). The effect of cattle breed, season and type of diet on the fatty acid profile of raw milk. Archives Animal Breeding, 59: 373–380.

Hernández, H.L., Pérez, R.M. and De Lucas, T.J. 2009. Efecto de la suplementación sobre características de la ubre y producción de leche en cabras alpino francés. SEOC. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán - Universidad Nacional Autónoma de México. p. 496-501.

Hernández-Mendo, O., Von-Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M. and Weary, D.M. (2007). Effects of pasture on lameness in dairy cows. Journal of Dairy Science, 90 (3):1209-1214.

Hu F.B., Manson J.E. and Willett W.C. 2001. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. J Anim Physiol Anim Nutr, 20: 5-19.

Lahlou, M. N., Kanneganti, R., Massingill, L. J., Broderick, G. A., Park, Y., Pariza, M. W., Ferguson, J. D. and Wu, Z. (2014). Grazing increases the concentration of CLA in dairy cow milk. Animal, 8:1191–1200.

León-Ceviedes J. M., Pabón M. L., Carulla J.E. 2011. Relación entre las características de la pastura y el contenido de ácido linoleico conjugado (ALC) en la leche. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 24 (1).

Martínez-Borraz, A. S. Moya-Camarena, H. González-Ríos, J. Hernández y A. Pinelli-Saavedra. 2010. Contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en la leche de ganado lechero Holstein estabulado en el noroeste de México. Revista Mexicana Ciencias Pecuarias 1(3):221-235.

Ortega-Pérez R. J. L. Espinoza-Villavicencio y E. Palacios-Mechetnov, A. Palacios-Espinosa, O. Arjona-López, B. Murillo-Amador, y F. Rivera-Acuña. 2013. Perfil de ácidos grasos en leche de vacas Chinampas (Bos taurus) alimentadas con forraje fresco de matorral sarcocaulescente o heno de alfalfa. Arch Med Vet 45, 45-51.

Siurana A. and Calsamiglia S. 2016. A metaanalysis of feeding strategies to increase the contentof conjugated linoleic acid (CLA) in dairy cattle milk and theimpact on daily human consumption. Animal Feed Science and Technology, 217: 13–26.

Ramírez-Mella M., Hernández-Mendo O., Ramírez-Bribiesca E, J., Améndola-Massiotti R. D., Crosby-Galván M. M. and Burgueño-Ferreira J. A. 2013. Effect of vitamin E on milk composition of grazing dairy cows supplemented with microencapsulated conjugated linoleic acid. Tropical Animal Health and Production 45:1783–1788.

Reyes-Purata, A., Bolaños-Aguilar, E.D., Hernández-Sánchez, D., Aranda-Ibáñez E.M. y Izquierdo-Reyes, F. 2009. Producción de materia seca y concentración de proteína en 21 genotipos del pasto humidícola Brachiaria Humidícola (rendle) schweick. Trópico Húmedo. 25:213

Yang, B., Chen H., Stanton C., Ross R. P., Zhang H., Chen Y. Q. and Chen W. 2015. Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease. J. Funct. Foods 15, 314–325.

EFECTO DE LA COMPLEMENTACIÓN CON *Moringa oleífera* A CABRAS LOCALES BAJO PASTOREO EXTENSIVO EN LA EPOCA SECA

[*1]Argüelles-Verdugo, Emanuel Antonio, [2]Granados-Rivera, Lorenzo Danilo, [3] Maldonado-Jáquez, Jorge Alonso, [3]Figueroa-Viramontes, Uriel, [3]Pastor-López, Francisco Javier.

[1]Departamento de Postgrado. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia, Durango, México. C.P. 35000.
[2]Campo Experimental General Terán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400.
[3]Campo Experimental La Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440.
*Autor para correspondencia: earguelles3019@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

México produce alrededor de 160 millones de litros de leche con una población censada de 8.7 millones de cabras (SIAP-SAGARPA, 2011). La Región Lagunera, en los estados de Durango y Coahuila, posee un inventario cercano 5% del total nacional y se producen aproximadamente 60 millones de litros de leche, con lo que se ubica como la principal región productora de leche de cabra en México (SIAP, 2015). Así mismo, esta producción de leche es relevante, debido a que es el principal ingreso económico y autoempleo de productores que viven en áreas de alta marginación (Escareño *et al*., 2011). En este sentido, la alimentación del ganado en estas áreas es crítica en la época seca, limitando en gran medida el desempeño productivo de los animales (Salinas *et al*., 2016). Al respecto, existen estudios recientes (Maldonado-Jáquez *et al*., 2017a), que señalan que la complementación de cabras en pastoreo en la época seca incrementa la producción de leche, no obstante, estos complementos involucran un costo económico inviable para los productores (Maldonado-Jáquez *et al*., 2017b). Por ello, se han generado alternativas de menor costo económico, como el uso de árboles y arbustos forrajeros (Ben-Salem and Smith, 2008), por ejemplo, la *Moringa oleífera*, misma que se ha utilizado como complemento al pastoreo de las cabras con resultados positivos (Sarwatt *et al*., 2002). Dado lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de cabras en lactancia tardía bajo condiciones de pastoreo y complementadas con hojas de *Moringa oleífera* durante la época seca en la Comarca Lagunera de Coahuila.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Ejido Nuevo Reynosa, Viesca, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera. Esta región se ubica entre las coordenadas 24° 22’ y 26° 23’ Latitud Norte y 102° 22´ y 104° 47´ Longitud Oeste y a 1100 msnm. El clima, según la clasificación de Köppen,

corresponde a BWhw, que se caracteriza por ser muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco. La precipitación media anual es de 240 mm y la temperatura media anual a la sombra es de 25 °C, con rangos de -1 °C en invierno a 44 °C en verano. El manejo de los animales fue el típico para el sistema extensivo, donde el manejo sanitario se limita tradicionalmente a la vacunación de campaña contra brucelosis y un manejo contra parásitos externos. Los animales pastorearon especies vegetales nativas de la región durante el día y por la tarde-noche regresaron a corrales de descanso ubicados en áreas de pastoreo común, en donde tuvieron acceso a agua.

Se utilizaron 11 cabras locales multíparas asignadas aleatoriamente a dos grupos, bajo un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron; grupo control (Testigo; n=6), con peso vivo (PV) promedio de 47.15±3.75 kg, 3.0 partos/cabra y producción promedio de leche de 689.83±371.5 g d^{-1}, este grupo se alimentó únicamente con lo recolectado en la ruta de pastoreo; el segundo grupo (Moringa; n=5), con PV de 47.48±4.95 kg, 3.4 partos/cabra y 680±453 g d^{-1} producción de leche promedio. A este grupo se le ofreció 150 gr de hoja de Moringa (*Moringa Oleifera)* seca/cabra únicamente durante 30 días a partir del quinto mes de lactancia.

El complemento se ofreció en horario de 7:00 a 8:00 h. La variable PV se midió cada 15 días y la Producción de leche (PL) semanalmente durante 11 semanas. El PV se midió en una báscula electrónica tipo jaula con capacidad de 100 kg±100g. La PL se cuantificó individualmente mediante ordeño manual y se expresó en gramos (g) utilizando una báscula electrónica comercial con capacidad de 10 kg±1g. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico SAS v9.4 (SAS, 2008). Se aplicó un modelo de medidas repetidas para la variable PL, con el procedimiento MIXED para obtener mejores soluciones para los efectos fijos. Para PV se analizó como un diseño completamente al azar, utilizando el procedimiento GLM y la prueba de Tukey ajustada para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la complementación de PV y la PL se muestran en el Cuadro 1. No se encontraron diferencias en la medida PV ($P>0.05$). Los resultados obtenidos concuerdan con otros estudios sobre complementación con hojas de Moringa y cuando se compara con especies como *Gliricidia sepium y Leucaena leucophela* (Asaolu *et al.,* 2012) y cuando se ofrecen en cantidades similares a las de nuestro estudio, sin embargo, existen otros estudios que sugieren

que aplicar complementaciones en mayor cantidad (20%), mejoran las ganancias de peso de los animales (Babeker y Bdalbagi, 2015).

No se encontraron diferencias en producción de leche ($p>0.05$). A este respecto, en el grupo Moringa se observaron una producción similar a la reportada por Kholif *et al.* (2016), donde complementó la alimentación de las cabras a razón de 150gr, al igual que en nuestro estudio. Por otra parte, existe evidencia que al aumentar la cantidad de Moringa y complementación de Moringa en condiciones de pastoreo la producción de leche se incrementa (Jadallah, 2015).

Cuadro 1. Peso vivo y producción de leche en cabras locales en lactancia tardía complementadas con hojas de Moringa en la estación seca.

Variable	Moringa± EEM	Testigo±EEM	P- Value
Peso Vivo (PV kg^{-1})	47.64±1.55	46.86±1.32	0.1185
Producción de leche (gr d^{-1})	846.02±125.25	829.86±113.66	0.9260

EEM= Error Estándar de la Media

CONCLUSIONES

La producción de leche y el peso vivo, no se modifican al utilizar 150 gr *Moringa oleífera* como complemento, sin embargo, la evidencia existente en la literatura sugiere que a mayores dosis se observan resultados positivos, en este sentido, lo estudios al respecto deben continuarse, a fin de generar esquemas de complementación amigables con el ambiente y de menor costo económico, para que estos sean atractivos para el productor de la región lagunera.

BIBLIOGRAFIA

Asaolu, V., Binuomote, R., Akinlade, J., Aderinola, O., Oyelami, O. (2012). Intake and Growth Performance of West African Dwarf Goats Fed *Moringa oleifera, Gliricidia sepium and Leucaena leucocephala* Dried Leaves as Supplements to Cassava Peels. Journal of Biology, Agriculture and Healthcare. 2(10):76-88.

Babeker, A., y Bdalbagi, Y.M.A. (2015). Effect of feeding different levels of *Moringa oleifera* leaves on performance, haematological, biochemical and some physiological parameters of Sudan Nubian goats. Online Journal of Animal and Feed Research. 5(2): 50-61.

Ben-Salem, H. and Smith, T. (2008). Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. Small Ruminant Research. 77:174-194.

Escareño, S.L.M., Wurzinger, M.., Pastor-López, F.J., Salinas, H., Sölkner, J., Iñiguez, L. (2011). La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la comarca lagunera, en el norte *de México.* Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. *XVII, 235-246.*

Jadallah, J. (2015). Effects of Feeding Lactating Desert Goats with *Moringa olifera* Meal on Milk Yield and Composition in North Kordofan, Sudan. The Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences. 2(3).

Kholif, A.E., Morsy, T.A., Gouda, G.A, Anele, U.Y. y Galyean, M.L. (2016). Effect of feeding diets with processed Moringa oleífera meal as protein source in lactating Anglo-Nubian goats. Animal feed Science and Technology. http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.04.012

Maldonado-Jáquez, J.A., Granados-Rivera, L.D., Hernández-Mendo, O., Pastor-López, F.J., Isidro-Requejo, L.M., Salinas-González, H., Torres-Hernández, G. (2017)a. Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. Nova Scientia. 9(1): 55-75.

Maldonado-Jáquez, J.A., Isidro-Requejo, L.M., Granados-Rivera, L.D., Pastor-López, F.J., Salinas-González, H., Argüelles-Verdugo, E.A., Canales-Maldonado, E., Dominguez-Martínez, P.A. (2017)b. Complementación Alimenticia durante la estación seca y lluviosa en cabras locales de la Comarca Lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental La Laguna. Folleto Técnico No. 32. ISBN: 978-607-37-0732-9

Salinas, G.H., Valle-Moysen, E.D., De Santiago-Miramontes, M.A., Veliz-Deras, F.G., Maldonado-Jáquez, J.A., Vélez-Monroy, L.I., Torres-Hernández, D., Isidro-Requejo, L.M., Figueroa-Viramontes, U. (2016). Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, Coahuila, México. Interciencia. 41(11):763-768.

Salinas-González, H., Maldonado, J. A., Torres-Hernández, G., Triana-Gutiérrez, M., Isidro-Requejo, L. M., & Meda-Alducin, P. (2015). Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of Mexico. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 14*(2), 175-184. doi: 10.5154/r.rchsza.2015.08.008

Sarwatt, S.V., Kapange, S.S., Kakengi, A.M.V. (2002). Substituting sunflower seedcake with *Moringa oleifera* leaves as a supplemental goat feed in Tanzania. Agroforest Systems. 56: 241-247.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (SIAP-SAGARPA). (2011). Anuario estadístico de la producción agropecuaria. México.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (SIAP-SAGARPA). (2015). Anuario estadístico de la producción agropecuaria. México.

SOMATOTROPINA RECOMBINANTE BOVINA: EFECTO EN LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y CONGELABILIDAD DE SEMEN DE TOROS

René A. Ramírez[1*], Hugo Bernal[1], David Domínguez[2], Mayela P. Gallegos[3], Rubén J. Cervantes[1]

[1]Universidad Autónoma de Nuevo León
[2]Centro de Biotecnología Reproductiva, Unión Ganadera Regional de Nuevo León
[3]Universidad Juárez del Estado de Durango
*ramirez_fmvz@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más demandante y con recursos cada vez más escasos, los problemas de fertilidad en los machos se vuelven un reto en donde la aplicación de los conocimientos sobre la andrología bovina coadyuva considerablemente aumentando la eficiencia reproductiva, que se traduce en la sostenibilidad del sector ganadero (Chenoweth, 2014).

Se han empleado una gran variedad de sustancias, tanto exógenas y endógenas para estimular la motilidad de los espermatozoides in vitro. Barkay *et al.,* (1997) demostraron que la cafeína aumenta 40 a 80% el porcentaje de espermatozoides móviles *in vitro*. De igual manera la relaxina y las prostaglandinas se han estudiado para ver los efectos que éstas tienen sobre los espermatozoides (Colon *et al.,* 1986). Se ha sugerido que la hormona foliculoestimulante humana recombinante (rhFSH) en combinación con la gonadotropina coriónica humana (hCG) es efectiva para inducir la espermatogénesis en pacientes con hipogonadismo hipogonadotrópico masculino congénito (Matsumoto *et al.,* 2009). La hormona somatotropina (ST), fue usada con éxito para el incremento y mejoramiento de las características seminales en hombres con un historial de infertilidad, ocasionando un aumento de la motilidad espermática en individuos astenozoospérmicos. Este efecto positivo con el uso de esta hormona también ha sido observado en bovinos (García, 2004). La acción de la ST está mediada en parte por la producción del Factor de crecimiento similar a la insulina tipo I (IGF-I) y se ha demostrado que ambas hormonas desempeñan un papel importante en el sistema reproductor masculino (Breier *et al.,* 1996). Se han identificado receptores de ST e IGF-I en células gonadotrópicas de la hipófisis y en células germinales de Leydig y de Sertoli, lo que indica la posibilidad de que la acción de la ST regula el eje hipofisario-gonadal y participa en la esteroidogénesis gonadal y la espermatogénesis (Chandrashekar *et al.,* 2004). Se han realizado estudios in vitro que sugieren que la acción del IGF-I puede aumentar la conversión de testosterona a estradiol mediante la inducción de la actividad de la aromatasa (Zhang *et al.,* 2010). El estradiol circulante en machos adultos se origina a partir de la conversión de testosterona por aromatasa en tejidos periféricos,

principalmente tejido adiposo, y directamente de los testículos donde la aromatasa está altamente expresada en células de Leydig (Haverfield *et al.,* 2011).

Factores como genotipo, fotoperiodo, temperatura, humedad, nutrición, y el balance energético enfermedades, están intrínsecamente relacionados y también controlan la reproducción y han evolucionado para conferir ventajas reproductivas y garantizar la supervivencia de las especies aunado a las diferencias que son un factor importante entre los genotipos *B. taurus* y *B. indicus* en donde en la mayoría de los toros *B. indicus* se seleccionan como toros reproductores basándose únicamente en características fenotípicas y que no están necesariamente relacionadas con su rendimiento reproductivo en condiciones naturales de apareamiento (Chacón *et al.,* 2000). Aunque, estos animales presentan una mejor adaptación en condiciones de clima extremo, mientras que los machos del genotipo *B. taurus* frecuentemente entran en estrés térmico afectando el comportamiento reproductivo, disminuyendo así la eficiencia reproductiva (Brito *et al.,* 2002).

En este marco se plantea evaluar el efecto, en el Centro de Procesamiento de Semen, de la aplicación de somatotropina bovina recombinante (rBST), en bovinos de diferentes genotipos de producción de carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bienestar Animal

El comité de ética de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León aprobó los procedimientos de esta investigación.

Lugar de Trabajo

El trabajo fue realizado en el Centro de Biotecnología Reproductiva (CBR) de la Unión Ganadera Regional de Nuevo León (UGRNL), ubicado en General Bravo, Nuevo León, México. La presencia de lluvias con mayor intensidad es en los meses de agosto y septiembre. Teniendo una temperatura máxima 36º C y mínima de 5ºC, así como un ITH promedio de 68.

Animales

Se evaluaron 14 toros de razas Angus (4), Simbrah (4) y Beefmaster (6), con una edad media de 34 $\pm$ 13 meses de edad, con un peso corporal promedio de 775 $\pm$ 139 kg, en la temporada Primavera – Verano. Los animales fueron alojados en corrales de 400 m^2.

Tratamiento

Los animales se dividieron en dos grupos, estratificados por raza, asignándose alternativamente al grupo tratado con rBST o el grupo control. El tratamiento consistió en la aplicación de 500 mg de rBST adicionada con 1.8 g de acetato de tocoferol (Boostin-S®) vía subcutánea, cada 15

días, durante 60 días. Los animales control recibieron 5 ml de solución estéril de cloruro de sodio al 0.9%.

Muestras de Semen

La primera evaluación de semen de cada toro fue realizada al momento de llegar al CBR, al área de cuarentena, con la ayuda de un electroeyaculador (EE) automático (ElectroJac6®, Neogen, Lexington, Kentucky) a través de 40 ciclos con 2 segundos encendido y 2 segundos apagado, aumentando la intensidad conforme aumentan los ciclos, hasta la eyaculación. La frecuencia de colección en este periodo fue cada 15 días. Posteriormente, cuando los toros pasaron del área de cuarentena al área de producción, el semen fue obtenido con la ayuda de una vagina artificial. La temperatura interior de la vagina fue de 42º C y una VA diferente fue utilizada para cada toro durante el estudio. La frecuencia de colección de semen fue de dos veces por semana por un periodo de 20 días.

De la muestra seminal se determinó: volumen, motilidad progresiva, concentración espermática, células muertas y anormalidades. Las características del movimiento de los espermatozoides como: velocidad curvilínea, velocidad de la línea recta, linealidad, fueron evaluados con el software (CASA) especializado, Sperm Visión de Minitube®, Tiefenbach, Baviera, Alemania. La integridad de la membrana plasmática fue evaluada mediante la prueba de hinchazón hipo-osmótica (HOST) descrita por Tartaglione y Ritta (2004).

Muestras de Sangre

Las muestras de sangre fueron obtenidas por punción de la vena coccígea, cada 15 días, durante 60 días. Éstas fueron colectadas en tubos (BD vacutainer®, Cuatitlán Izcalli, México) con anticoagulante EDTA para obtener plasma y sin anticoagulante para suero y posteriormente hacer la determinación de testosterona e IGF-1. Las muestras de sangre obtenidas fueron centrifugadas a 2500 rpm durante 5 minutos. Dichas muestras no fueron utilizadas en el avance del presente trabajo, sin embargo, se congelaron a -80ºC hasta su posterior evaluación.

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x2x5, teniendo como factores la raza: Angus, Simbrah y Beefmaster, la aplicación de rBST: con y sin rBST, así como los diferentes periodos en que fueron evaluados los eyaculados, es decir, cada 15 días a partir del día 0 hasta el día 60, completando 5 periodos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de Calidad Seminal

En las tablas 1 y 2 se presentan los resultados del efecto de la rBST sobre las características del semen evaluado. Los toros de la raza Simbrah tratados con rBST mostraron diferencia en cuanto al volumen de semen eyaculado, al compararlos con los controles, obteniendo 9.91 ml y 5.70 ml respectivamente ($P<0.05$) (Tabla 1). Sin embargo, en las razas Angus y Beefmaster no se observó el mismo efecto. Estos resultados encontrados en la raza Simbrah concuerdan con los resultados publicados por EL-Harairy (2000); Hafez *et al.,* 2005; Masood *et al.,* 2016 quienes trataron animales con rBST y encontraron que el volumen de semen aumentó en los toros tratados. Es bien sabido que la parte fluida del semen es aportada por las glándulas sexuales accesorias, especialmente la vesícula seminal y la glándula prostática. Al parecer la ST exógena estimula la actividad secretora de estas glándulas, lo que resulta en un aumento del volumen eyaculatorio en los toros tratados en comparación con los controles (Sauerwein *et al.,* 2000). El hecho de haber obtenido muestras seminales con mayor volumen en los toros controles de la raza Beefmaster como se muestra en la tabla 1, se puede atribuir a que el método de colecta con EE tiende a proporcionar volúmenes de eyaculación más altos que el uso de la VA, debido a la estimulación directa de los órganos genitales accesorios que producen las fracciones no espermáticas de la eyaculación. Esto contribuye a una concentración de espermatozoides más baja, pero los espermatozoides totales por eyaculado, la motilidad de los espermatozoides y la fertilidad no se ven afectados (Ball *et al.,* 1983; León *et al.,* 1991).

La concentración espermática fue diferente entre razas ($P<0.05$), la raza Simbrah obtuvo 1.576 x 10^9/ml, Angus 1.314 x 10^9/ml y Beefmaster 0.990 x 10^9/ml (Tabla 2). Hasta el momento la aplicación de rBST no ha tenido efecto sobre este mismo parámetro. Masood *et al.,* (2016) trataron búfalos con rBST y la concentración espermática fue mejor ($P<0.05$) que los animales control, 982.22 y 731.90 x10^6/ml respectivamente. Ellos atribuyen dicho efecto debido a que la rBST tiene efecto sobre el aumento del parénquima testicular, lo que se traduce en un aumento de la producción espermática. La motilidad progresiva fue diferente ($P<0.05$) entre las razas; Angus 70.15% Simbrah 64.03%, y Beefmaster 50.26%, en el semen fresco, aunque no se encontraron diferencias entre los animales que fueron tratados y los animales control (Tabla 2). Dichos resultados difieren con Masood *et al.,* (2016), Champion *et al.,* (2002); Hafez *et al.,* (2005), El-Gohary *et al.,* (2011) quienes reportan un incremento en el porcentaje de motilidad entre los animales tratados con rBST y los controles. Este incremento en el índice de motilidad espermática por efecto de la rBST puede atribuirse a que una de las vías de acción de esta

hormona es estimular la producción de IGF-1 que a su vez estimula el aumento en los niveles de testosterona. Sauerwein *et al.,* (2000) atribuye al efecto de la rBST en la función de las células de Leydig a través del aumento de la secreción de LH, lo que, a su vez, incrementa los niveles de testosterona circulante. El índice de integridad de la membrana plasmática fue diferente entre razas (P<0.05), siendo la Angus con un 53.68 % y Simbrah con 48.43% vs la Beefmaster con un 33.53% (Tabla 2). Dentro de las razas Angus y Simbrah, la prueba HOST resultó 60.36% y 47%, así como 56.86% y 40% (P<0.05) para animales tratados con rBST y control, respectivamente. Mientras que en la raza Beefmaster no existe tal efecto (Tabla 1). La diferencia existente entre los animales que fueron tratados con respecto a los controles se puede atribuir al incremento en los niveles séricos de FSH y la testosterona tras la inyección de rBST, lo que estimula las células de Sertoli para la síntesis y liberación delas proteínas transportadoras de andrógenos, inhibina, activina, estrógenos y la transferrina, que están implicados en la transferencia de nutrientes a las células germinativas, la meiosis, la maduración de los espermatocitos, la espermiación y la función de las células de Leydig.

Tabla 1. Efecto de la rBST sobre las características seminales en toros productores de carne.

	Raza					
	Angus		Simbrah		Beefmaster	
Parámetro	Control	rBST	Control	rBST	Control	rBST
Volumen (ml)	8.38 ± 1.00	9.5 ± 0.98	5.70 ± 1.39[b]	9.91 ± 0.86[a]	10.01 ± 0.98	8.42 ± 0.74
Concentración (10^9/ml)	1.129 ± 0.253	1.499 ± 0.248	1.785 ± 0.351	1.367 ± 0.219	1.008 ± 0.248	0.972 ± 0.187
Motilidad Progresiva (%)	68.06 ± 7.08	72.25 ± 6.95	65.40 ± 9.84	62.66 ± 6.13	49.10 ± 6.95	51.42 ± 5.25
HOST (%)	47.00 ± 3.74[b]	60.36 ± 3.80[a]	40.00 ± 5.29[b]	56.86 ± 3.29[a]	33.20 ± 3.74	33.87 ± 2.82

rBST: Somatotropina Bovina Recombinante, HOST: Prueba de hinchazón hipoosmótica.
Valores de la media ± SEM.
Los valores con letras diferentes para cada parámetro difieren significativamente entre sí (p <0.05)

Tabla 2. Resultados del efecto de rBST sobre los parámetros del semen entre razas.

	Raza		
Parámetro	Angus	Simbrah	Beefmaster
Volumen (ml)	8.94 ± 0.70	7.80 ± 0.81	9.21 ± 0.61
Concentración (10^9/ml)	1.314 ± 0.177^{a}	1.576 ± 0.207^{a}	0.990 ± 0.155^{b}
Motilidad Progresiva (%)	70.15 ± 4.96^{a}	64.03 ± 5.79^{ab}	50.26 ± 4.36^{bc}
HOST (%)	53.68 ± 2.66^{a}	48.43 ± 3.11^{a}	33.53 ± 2.34^{b}

rBST: Somatotropina Bovina Recombinante, HOST: Prueba de hinchazón hipoosmótica.
Valores de la media ± SEM.
Los valores con letras diferentes para cada parámetro difieren significativamente entre sí (p <0.05)

La administración de rBST no disminuyó la proporción de células anormales y los parámetros de velocidad de las células espermáticas fueron iguales (P>0.05). Los parámetros de calidad seminal de las pajillas de semen al momento de la prueba de termorresistencia, no presentaron diferencias significativas (P>0.05) entre razas y tratamientos. Mientras que la calidad de las pajillas de semen en la prueba de termo resistencia, no presentaron diferencias significativas para las variables evaluadas.

CONCLUSIONES

Se concluye que el uso de la rBST tiene efecto sobre la producción, calidad y congelabilidad de semen en los toros que ingresan al CBR con parámetros reproductivos normales. Mientras que en los toros considerados problema, es decir con los parámetros reproductivos con mala calidad, no tiene efecto. Es evidente que aún son pocos los animales y resultados obtenidos para poder presentar las conclusiones definitivas. Por lo que se recomienda continuar la investigación con un mayor número de repeticiones.

BIBLIOGRAFÍA

Ball, L., Ott, R.S., Mortimer, R.G., and Simons, J.C. 1983. Manual for breeding soundness examination of bulls. Theriogenology 12: 1 – 65.

Barkay, J., Zuckerman, H., Sklan, D., and Gordon, S. 1997. Effect of caffeine on increasing the motility of frozen human sperm. Fertil Steril 28: 175 – 177.

Breier, B.H., Vickers, M.H., Gravance, C.G., and Casey, P.J. 1996. Growth hormone (GH) therapy markedly increases the motility of spermatozoa and the concentration of insulin-like growth factor-I in seminal vesicle fluid in the male GH-deficient dwarf rat. Endocrinol 137: 4061 – 4064.

Brito, L.F.C., Silva, A.E.D.F., Rodríguez, L.H., Vieira, F.V., Deragon, L.A.G., and Kastelic, J.P. 2002. Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in Bos indicus and Bos taurus AI bulls in Brazil. Anim Reprod Sci. 70:181–190.

Chacón, J., Aranda, D., and Pérez, E. 2000. Scrotal circumference in grass-fed bulls extensively reared in Costa Rica In Proceedings of the 14th International Congress on Animal Reproduction, Stockholm. 1: p. 105.

Champion, Z.J., Vickers, M.H., Gravance, C.G., Breier, B.H., and Casey, P.J. 2002. Growth hormone or insuline-like growth factor – I extends longevity of equine spermatozoa in vitro. Theriogenology 57: 1793 – 1800.

Chandrashekar, V., Zaczek, D., and Bartke, A. 2004. The consequences of altered somatotropic system on reproduction. Biol Reprod 71: 17 – 27.

Chenoweth, P.J., and Lorton, S.P. 2014. Animal Andrology: theories and applications. CAB International. London, UK. 297 pp.

Colon, J.M., Ginsburg, F., Lessing, J.B., Schoenfeld, C., Goldsmith, L.T., and Amelar, R.D. 1986. The effect of relaxin and prostaglandin E2 on the motility of human spermatozoa. Fertil Steril 46: 1133 – 1139

El-Gohary, E.S., Khalek, A., Ashmawy, T.A., Teleb, D.F., and Sal-lam, A.A. 2011. Effect of recombinant bovine somatotropin on growth performance and puberty incidence of male and female lambs born from rBST treated ewes. Egypt J Sheep Goat Sci 6: 47 – 57.

El-Harairy, M. A. (2000). Ram reproductive performance in response to treatment with somatotropin. J Agric Sci. Mansoura University. 25 (7): 3987 – 3994.

García, A.R. 2004. Efeitos do estresse térmico testicular e do uso da somatotropina recombinante bovina nas características seminais, integridade de membranas, funcao mitocondrial e estructura da cromatina de espermatozoides de toros Simental (Bos taurus). M. Sc. thesis, Universidade de Sao Paulo, 258 pp.

Hafez, M., Fawzy, S.A., El-Henawy, M.A., and Barkawi, A.H. 2005. Effect of recombinant bovine somatotropine on semen physical characteristics and some biochemical constituents in seminal plasma of Friesian bulls. Egypt J Anim Prod 42: 87 – 94.

Haverfield, J.T., Ham, S., Brown, K.A., Simpson, E.R. and Meachem, S.J. 2011. Teasing out the role of aromatase in the healthy and diseased testis. Spermatogenesis 1: 240 – 249.

León, H., Porras, A.A., Galina, C.S., and Navarro-Fierro, R. 1991. Effect of the collection method on semen characteristics of zebu and European type cattle in the tropics. Theriogenology 36 (3): 349 – 355.

Masood, A., Ahmad, I., Ahmad, N., Qureshi, Z.I., and Zubair, M. 2016. Effect of growth hormone on semen parameters. Partial hemogram, and testosterone level in Nili Ravi buffalo bulls. Rev vet 27 (2): 98 – 102.

Matsumoto, A.M., Snyder, P.J., Bhasin, S., Martin, K., Weber, T., and Winters, S. 2009. Stimulation of spermatogenesis with recombinant human follicle-stimulating hormone (follitropin alfa; GONAL-f): long-term treatment in azoospermic men with hypogonadotropic hypogonadism. Fertil Steril 92: 979 – 990.

Sauerwein, H., Breier, B.H., Gallaher, B.W., Götz, C., Küfner, G., Montag, T., Vickers, M., and Schallenberger, E. 2000. Growth hormone treatment of breeding bulls used for artificial insemination improves fertilization rates. Domest Anim Endocrinol 18: 145–158.

Tartaglione, C.M., and Ritta, M.N. 2004. Prognostic value of spermatological parameters as predictors of in vitro fertility of frozen-thawed bull semen. Theriogenology 62: 1245–1252.

Zhang, B., Shozu, M., Okada, M., Ishikawa, H., Kasai, T., Murakami, K., Nomura, K., Harada, N., and Inoue, M. 2010. Insulin-like growth factor I enhances the expression of aromatase P450 by inhibiting autophagy. Endocrinol 151: 4949 – 4958.

ESTUDIO DE LA SEROPREVALENCIA DE *Chlamydophila abortus* EN HATOS DE CABRAS PRODUCTORAS DE LECHE EN TRES ESTADOS DE MÉXICO

Genoveva Álvarez Ojeda[1]*, Isidro Humberto Almeyda León[2], Ana Belén Hernández Hernández[3], Santiago Saavedra Alonso[4] y Beatriz Arellano Rivera[5]

[1]INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Carretera Matamoros-Reynosa, km 61, Río Bravo, Tamaulipas. C.P. 88900. [2]INIFAP; Campo Experimental General Terán, Carretera Montemorelos-china, Km 31, Ex hacienda las Anacuas C. P 67400; [3]UAT Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-ROHDE, Carretera San Fernando cruce con canal Rodhe, Arcoíris 88779, Reynosa, Tam; [4]UANL, Facultad de C. Biológicas, Pedro de Alba, Cd. Universitaria San Nicolás de los Garza N. L; [5]UNAM, FMVZ, Av. Universidad 3000, Edificio A, Delegación Coyoacán**.** Av. Universidad 3000, Edificio A, Delegación Coyoacán, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México. *Autor para correspondencia: alvarez.genoveva@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Chlamydophila abortus (*Cp*. *abortus*) es una bacteria intracelular obligada, gram negativa patogénica, responsable de una gran variedad de importantes infecciones humanas y animales, es el agente etiológico del aborto enzoótico de los pequeños rumiantes (AEPR) (Everett *et a*l., 1999). Esta enfermedad afecta a ovinos, caprinos y bovinos, causa abortos durante el último tercio de la gestación o el nacimiento de crías débiles que generalmente mueren durante los primeros días de vida (Chisu *et al*., 2013). Las ovejas y cabras que abortan son resistentes a fallas reproductivas debido a *Cp. abortus*; sin embargo, son portadoras y diseminan la bacteria permanentemente a través del tracto reproductivo, en subsecuentes gestaciones. La transmisión en machos no está claramente definida, se ha aislado *Cp. abortus* en semen, testículos, y glándulas accesorias de carneros de 12 meses de edad y de carneros experimentalmente infectados, y no se ha demostrado todavía su capacidad infectante (Longbottom and Coulter, 2003).

El diagnóstico de *Cp. abortus* puede hacerse directamente con tejidos de placenta, órganos fetales, excreción de la vagina o semen mediante cultivo celular o tinciones histopatológicas, y también por técnicas moleculares como es la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR, por sus siglas en ingles) y posteriormente secuenciación genómica de los productos de la PCR, sin embargo, su costo es elevado cuando se trabaja con un gran número de muestras. Para la detección de anticuerpos contra *Cp. abortus* se utilizan pruebas inmunoenzimáticas (ELISA, por sus siglas en ingles), que son las más utilizadas y recomendadas en la actualidad. El diagnóstico se logra mediante la asociación de sintomatología con un título de anticuerpos elevado. El objetivo de este estudio fue estimar la seroprevalencia de *Cp. abortus* en hatos de cabras productoras de leche en tres estados de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal de tipo descriptivo, para determinar la presencia de anticuerpos contra *Cp. abortus* en hatos caprinos con historial previo de presencia de abortos en tres Estados de México (Michoacán, Nuevo León y San Luis Potosí) mediante la técnica de ELISA ID Screen® *Chamidophila abortus* Indirect Multi-species kit, de la compañía ID. Vet Innovative Diagnostics, Francia. Se analizaron 165 muestras de sueros: 116 muestras de la raza Nubia, Alpina, Saanen, Boer, Toggenburg y cruza de Alpina con Murcia Granadina del estado de Nuevo León; 41 muestras de la raza Saanen y Toggenburg del estado de San Luis Potosí y ocho muestras de la raza Saanen del estado de Michoacán. Todos los animales estaban en edad promedio de 2 años. Lo anterior, tomando como base que los datos se analizaron por estado, como se indica en los resultados y discusión.

La recolección de las muestras se realizó en el periodo 2017-2018, lo sueros fueron tomados de la vena yugular usando una aguja por animal. Las muestras se depositaron en tubos al vacío, sin anticoagulante, debidamente identificadas, se dejaron reposar para la correcta formación del coágulo y se transportaron en condiciones de refrigeración (en hielera portátil entre 4-8 °C) al Laboratorio de Biotecnología del Campo Experimental Río Bravo (CERIB) del INIFAP. Para separar el suero, los tubos se centrifugaron a 6000 rpm por 5 min, posteriormente se almacenaron a -20 °C hasta su procesamiento. El ensayo de ELISA ID Screen® *Chamidophila abortus* Indirect Multi-species kit, reporta una sensibilidad del 100 % y especificidad del 99.7 %. Los pozos de la placa están recubiertos con un antígeno específico sintético de la proteína principal de la membrana externa (MOMP por sus siglas en inglés), lo que permite reducir la posibilidad de reacciones inespecíficas. La metodología se siguió de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Las muestras de analizaron a una dilución de 1/100 y se leyó en un espectrofotómetro de lectura de placas, a una densidad óptica (DO) de 450 nm. La interpretación de los resultados se realizó de acuerdo al promedio de los controles positivos (PC) debió mostrar una densidad óptica (DO) mayor de 0.35 y la diferencia de los promedios de la DO de los controles positivos y negativos debió ser > 3.

Para cada muestra se calculó el porcentaje S/P (ratio) por medio de la siguiente formula: $S/P=DO_{muestra}/DO_{pc}$ x100. Mientras que con un valor S/P $\geq$ al 60 % se consideran positivos a *Cp. abortus*, muestras con un valor S/P $\leq$ 50 % se consideran negativos, y las que quedan en un rango de 50.1 a 59.9 % son sospechosas, en este último caso se repite la prueba o se vuelve a tomar muestra del caprino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La seroprevalencia total estimada en este estudio fue de 14.5 % (24/165), lo cual difiere de lo reportado por Mora Díaz, *et al*., 2015, quienes obtuvieron en Guanajuato una prevalencia de 9.65 % en ganado lechero

Por otro lado, cuando se analizaron los datos por Estado, los resultados fueron los siguientes: Nuevo León se detectó un 16.0 % (17/116); en Michoacán fue de un 25.0 % (2/8), mientras que en S.L.P la prevalencia fue de un 14.63 % (6/41). La prevalencia presentada en estos hatos puede deberse a que la bacteria está circulando y no hay un control sanitario o estudio previo para conocer el porcentaje de animales abortados y sus causas. Es necesario implementar un programa de bioseguridad para eliminar o disminuir la prevalencia en estas regiones.

Cuando las muestras fueron analizadas por hato de machos, se obtuvieron los mismos porcentajes reportados para Michoacán y S.L.P. (14.63 y 25.0 %, respectivamente).

En el caso de Nuevo León se analizaron cuatro hatos caprinos, estimando la prevalencia de Linares en un 50.0 % (9/18); Hualahuises en un 4.47 % (4/67), Villa Juárez fue de 33.3% (4/12), por el contrario, un hato de China, N.L no se detectó ningún animal positivo a esta prueba (0/19). Los resultados obtenidos permiten establecer que existe un riesgo en la transmisión de *Chlamydophila abortus* a través del semen (Bowen *et al.,* 1978; Aguilar Ríos 2012).

Recientes investigaciones sugieren que la transmisión venérea puede ser importante. Además, *Cp. abortus* se puede hallar en las heces y orina de algunos rumiantes, al igual que en la leche de las cabras. Las ovejas y las cabras pueden ser portadoras crónicas. El riesgo de contagio siempre está presente y debe ser analizado no solo a partir de la presencia del patógeno en semen, también es importante conocer aspectos biológicos como vías de excreción, resistencia al medio ambiente o dosis infectante. En cuanto a las muestras que fueron analizadas por raza, no se encontró alguna diferencia significativa entre estas.

CONCLUSIONES

1. *Chlamydophila abortus* está presente en un 14.5 % en los rebaños caprinos de los estados de Nuevo león, San Luis Potosí y Michoacán.
2. La prevalencia de *Cp abortus* fue de 16.0 %, 25.0 % y 14.6% para Nuevo León, Michoacán y San Luis Potosí, respectivamente.
3. Existe un factor de riesgo para los rebaños de Michoacán, San Luis Potosí y Nuevo León asociado a la transmisión de *Cp. abortus* en semen.

.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Ríos Fernando. 2012. Estudio de patógenos potencialmente transmitido por vía seminal, en ovinos mancha negra. (*Ovis aries*), en relación con los bancos de semen. Tesis de Maestría. Universidad de Castilla La Mancha.

Bowen, R. A., P Spears; J. Storz and G. E. Seidel. 1978. Mechanismds of infertility in genital tract. Infecctions due to. *C. psittaci* transmited through contaminated semen. J. Inf. Dis. 138: 95-98.

Chisu V, Porcu R, Tanda A, Masala G. 2013. First isolation and characterization of *Chlamydophila abortus* from abortion tissues of sheep in Sardinia, Italy. Veterinaria Italiana 49(4): 331-4.

Everett KD, Bush RM, Andersen AA.1999. Emended description of the order Chlamydiales, proposal of Parachlamydiaceae fam. nov. and Simkaniaceae fam. nov., each containing one monotypic genus, revised taxonomy of the family Chlamydiaceae, including a new genus and five new species, and standards for the identification of organisms. International Journal of Systematic Bacteriology 49:415-440.

Longbottom D, and Coulter LJ. 2003. Animal chlamydioses and zoonotic implications. Journal of Comparative Pathology 128:217-44.

Mora DJ, Díaz AE; Herrera LE, Suárez GF, Escalante OC, Jaimez VS y Arellano RB. 2015. Aislamiento de *Chlamydia abortus* en rebaños caprinos lecheros y su relación con casos de aborto en Guanajuato, México. Publicación digital de la Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Vol. 2 (1); 6.

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE DE CABRAS COMPLEMENTADAS EN LACTANCÍA TARDÍA DURANTE LA ÉPOCA SECA EN LA COMARCA LAGUNERA

[1]Maldonado-Jáquez, Jorge Alonso,[2]Granados-Rivera, Lorenzo Danilo, [3]Argüelles-Verdugo, Emanuel Antonio, [4]Domínguez-Martínez, Pablo Alfredo

[1]Campo Experimental La Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440.
[2]Campo Experimental General Terán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400.
[3]Departamento de Postgrado. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia, Durango, México. C.P. 35000
[4]Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 34170.
*Autor para correspondencia: maldonado.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Debido a sus características naturales, la cabra es capaz de adaptarse a diferentes sistemas de producción y ambientes (Castel *et al.*, 2011). Al respecto, la mayoría de sistemas pastoriles de zonas áridas y semiáridas, en los que se encuentran las cabras, contienen mayormente vegetación de pastos nativos y arbustos y generalmente la producción de leche es baja, debido principalmente a que los animales sobreviven con poca energía y bajo consumo de agua (Degen, 2007; Devendra, 2010). Al respecto, Donnem *et al*. (2011), en su revisión indican que, durante periodos prolongados de balance energético negativo, los animales movilizan lípidos almacenados en el tejido adiposo. En este sentido, bajo condiciones de pastoreo, la subnutrición del ganado especialmente durante la época seca, cuando la cantidad y calidad del alimento es extremadamente pobre (Akindale *et al.,* 2002), es un punto crítico que se debe atender. Algunos autores (Santana-Fernandes *et al.*, 2017) han señalado que la complementación con fuentes proteicas (en la época seca) es necesaria debido al bajo valor nutricional de las pasturas y se torna ventajosa en áreas en donde existe disponibilidad de forraje. Sin embargo, otros estudios (Fiares de Carvalho *et al*., 2017), sugieren que la complementación con alimentos altos en energía (en áreas con baja disponibilidad de forraje) pueden incrementar la eficiencia de utilización de la proteína, mejorando el uso del nitrógeno microbiano para la síntesis de proteína y en consecuencia mejora el comportamiento animal. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio, fue evaluar la producción y calidad de leche de cabras locales en lactancia tardía complementadas con dos alimentos diferentes (alimento integral y concentrado comercial) durante la época seca en la Comarca Lagunera, en el norte de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una unidad de producción del ejido Zaragoza, Viesca, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera. Esta región se ubica entre las coordenadas 24° 22' y 26° 23' Latitud Norte y 102° 22´ y 104° 47´ Longitud Oeste y a 1100 msnm. El clima, según la clasificación de Köppen, corresponde a BWhw, que se caracteriza por ser muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco. La precipitación media anual es de 240 mm y la temperatura media anual a la sombra es de 25 °C, con rangos de -1 °C en invierno a 44 °C en verano. El manejo de los animales se realizó de manera tradicional para un esquema de producción basado en el pastoreo extensivo. La alimentación de los animales se realizó mediante pastoreo diurno de especies vegetales nativas y por la tarde los animales descansaron en corrales contiguos a la vivienda del productor y donde tienen acceso *ad libitum* a agua.

Se utilizaron 12 cabras locales multíparas asignadas aleatoriamente a tres grupos, bajo un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron; grupo Testigo (Testigo; n=4), con peso vivo (PV) promedio de 33.88±9.59 kg, Condición Corporal (CC) de 1.63±0.14, 2.5±1.73 partos/cabra y 150 días en lactancia, este grupo se alimentó sólo con lo recolectado en la ruta de pastoreo, el segundo grupo (ALIM; n=4), con PV de 33.75±7.66 kg, CC de 1.56±0.13, 2.0±0.81 partos/cabra y 150 días en lactancia y el tercer grupo (CONC; n=4), con PV de 33.88±3.06 kg, CC de 1.44±0.13, 2.5±1.0 partos/cabra y 150 días en lactancia, además del pastoreo, además del pastoreo, se le ofrecieron 1000 gr de alimento integral (Maldonado-Jáquez *et al*., 2017a) y 500 gr de concentrado comercial (Maldonado-Jáquez *et al*., 2017b), respectivamente, antes de salir a la ruta de pastoreo en horario establecido entre las 7:00 y 8:00 h, durante 45 días. Las variables Producción de leche, Grasa, Proteína y Lactosa se midieron semanalmente. La producción de leche se cuantificó en cada cabra mediante ordeño manual una vez por semana durante 6 semanas, y se expresó en gramos (g), para ello se utilizó una báscula electrónica comercial con capacidad de 45 kg±5g. La calidad de leche se evaluó con una muestra de 50 ml de la producción individual, misma que fue trasladada al laboratorio de lácteos del Campo Experimental La Laguna para su análisis en el equipo Milkoscope Expert Automatic®. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico Infostat (Balzarini *et al.*, 2008). Se realizó un análisis de varianza para las variables producción y componentes de la leche, incluyendo el número de pesajes como covariable. Las comparaciones de las medias se realizaron con la prueba de tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados para producción y componentes de la leche. Los grupos ALIM y CONC produjeron más leche (p=0.07) que el grupo TEST, pero sin diferencias entre los grupos complementados. Resultados similares han sido reportados en otros estudios (Alonso *et al.*, 2012) y donde se observa un incremento en la producción de leche en los grupos complementados y sin diferencias entre ellos. Respecto a los componentes de la leche, el grupo TEST presentó mayor contenido de grasa (p<0.0001), que los grupos ALIM y CONC. Sin embargo, no se encontraron diferencias en el contenido de proteína y lactosa entre los grupos. Al respecto Babiker *et al*. (2017), encontraron resultados similares complementando durante 8 semanas la alimentación de las cabras y donde los contenidos de proteína y lactosa no fueron diferentes entre tratamientos. Finalmente, aunque no se observaron diferencias en producción entre los grupos complementados, el costo del alimento integral es de $4.02 pesos/kg, mientras que el concentrado comercial es de $5.50 pesos/kg, lo que representa un ahorro de $1.48 pesos/kg de alimento integral utilizado. Estos resultados coinciden con el reporte de Heredia-Nava *et al.* (2017), en donde señala que el uso de algunos complementos no modifica el comportamiento productivo del animal, sin embargo, la ventaja de algunos se encuentra en la reducción de costos, con esto se sugiere la posibilidad de ensayar el uso de otros productos que al final permitirá ajustar no solo los costos, si no establecer el uso de diferentes ingredientes para la alimentación de las cabras (Alonso *et al.,* 2012).

Cuadro 1. Costo de los complementos utilizados y producción y calidad de leche de cabras locales complementadas en lactancia tardía y en la época seca en la comarca lagunera.

Variables	Testigo	ALIM	CONC	EEM	P-Value
Costo $/kg	N/A	$4.02	$5.50	--	--
Leche (gr d^{-1})	482.92^{b}	666.46^{a}	623.55^{ab}	57.70	0.07
Grasa (%)	5.02^{a}	4.02^{b}	4.22^{b}	0.16	0.0001
Proteína (%)	3.32^{a}	3.23^{a}	3.30^{a}	0.04	0.21
Lactosa (%)	4.96^{a}	4.92^{a}	4.83^{a}	0.06	0.25

Testigo = Sin complemento alimenticio; ALIM = pastoreo + 1000 g de Alimento integral; CONC = pastoreo + 500 g de concentrado comercial; N/A = No Aplica; ^{ab}Valores con distinta literal entre líneas son diferentes (p<0.10); EEM= Error Estándar de la Media

CONCLUSIONES

La inclusión de un alimento integral y/o concentrado comercial como complemento al pastoreo de las cabras mejora la producción de leche en lactancia tardía, sin embargo, el costo de cada uno de los alimentos no es el mismo, por lo que se deberá considerar al momento de hacer alguna recomendación, ya repercute directamente en la economía del productor.

Por lo anterior, se recomienda utilizar un alimento integral como complemento al pastoreo de las cabras locales de la Comarca Lagunera puesto que mejora la producción de leche durante la lactancia tardía en la época seca y es de menor costo económico en comparación con el concentrado comercial.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al productor Antonio González por su invaluable apoyo en la realización del presente estudio y al INIFAP por el apoyo con fondos fiscales de los proyectos “Complemento alimenticio para cabras lactantes en la época seca, bajo pastoreo extensivo” No. SIGI 922462943 y “Desarrollo de estrategias alimenticias para incrementar la producción y calidad nutricional de la leche de cabra del sistema extensivo en el Estado de Nuevo León” No. SIGI 8402134380.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, N., Rodríguez, V., Menajovsky, J.R., Misiunas, S.B., Carcedo, J.A. (2012). Producción de leche caprina con suplementación en época de sequía en el noroeste de Córdova, Argentina. Revista Electronica Veterinaria-REDVET. 13(8).

Akinlade, J., Smith, J.W., Larbi, A., Archibong, I.O., Adekunle, I.O. (2002). Forage from cropping systems as dry season supplements for sheep. Tropical grasslands. 36:102-106.

Babiker, E.E., Juhaimi, F.A.L., Ghafoor, K., Abdoun, K.A. (2017). Comparative study on feeding value of Moringa leaves as a partial replacement for alfalfa hay in ewes and goats. Livestock Science. 195:21-26.

Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. (2008). *Manual del Usuario*, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

Castel, J.M., Mena, Y., Ruiz, F.A., Cañuñez-Ruiz, J., Sánchez-Rodriguez, M. (2011). Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. Smal Ruminant Research. 96:83-92.

Degen, A.A. (2007). Sheep and goat milk in pastoral societies. Small Ruminant Research. 68:7-19.

Devendra, C. (2010). Concluding synthesis and the future for sustainable goat production. 89:125-130.

Dønnem, I., Randby, A.T., Eknæs, M. (2011). Effect of grass silage harvesting time and level of concentrate supplementation on goat milk quality. Animal Feed Science and Technology. 163:118-129.

Fiares de Carvalho, W., de Oliveira, M.E., Azevedo-Alves, A., Lustosa de Moura, R., Mendes de Andrade da Silva Moura, R. (2017). Energy supplementation in goats under a silvopastoral system of tropical grasses and leucaena. Revista Ciencia Agronomica. 48(1):199-207.

Heredia-Nava, D., López-González, F., Albarrán-Portillo, B., Arriaga-Jordán, M. (2017). Supplementation with soya bean meal during the dry season for dairy cows fed on pasture and maize silage in the highlands of Mexico. Journal of Livestock Science. 8:21-27.

Maldonado-Jáquez, J.A., Granados-Rivera, L.D., Hernández-Mendo, O., Pastor-López, F.J., Isidro-Requejo, L.M., Salinas-González, H., Torres-Hernández, G. (2017)a. Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. Nova Scientia. 9(1): 55-75

Maldonado-Jáquez, J.A., Isidro-Requejo, L.M., Granados-Rivera, L.D., Pastor-López, F.J., Salinas-González, H., Argüelles-Verdugo, E.A., Canales-Maldonado, E., Dominguez-Martínez, P.A. (2017)b. Complementación Alimenticia durante la estación seca y lluviosa en cabras locales de la Comarca Lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental La Laguna. Folleto Técnico No. 32. ISBN: 978-607-37-0732-9

Santana- Fernandes, L., dos Santos-Difante, G., Baptaglin-Montagner, D., Emerenciano-Neto, J.V., Medeiros de Araujo, I.M., Fidelis-Campos, N.R. (2017). Structure of massai grass pasture grazed on by sheep supplemented in the dry season. Grassland Science. doi: 10.1111/grs.12165

POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN CABRAS LOCALES EN LACTANCIA TEMPRANA Y TARDÍA COMPLEMENTADAS EN LA EPOCA SECA

[1]Maldonado-Jáquez, J.A., [2]Granados-Rivera, L.D., [3]Argüelles-Verdugo, E.A., [4]Dominguez-Martínez, P.A., [5]Torres-Hernández, G.

[1]Campo Experimental La Laguna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. C.P. 27440.
[2]Campo Experimental General Terán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400.
[3]Departamento de Postgrado. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Venecia, Durango, México. C.P. 35000
[4]Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Durango, Durango, México. C.P. 43000.
[5]Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Programa de Ganadería. Montecillo, Estado de México., México. C.P. 56230.
*Autor para correspondencia: maldonado.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción de caprinos en las zonas áridas y semiáridas de América Latina, se basan exclusivamente en el pastoreo (Escareño *et al.*, 2011), y gran parte del ganado presente en estas zonas está conformado por animales “criollos”, producto del cruzamiento de diferentes razas europeas que se han convertido en la base genética de los sistemas de producción extensivos (Yépez *et al.*, 2010). En este sentido, este ganado “indígena” constituye un valioso recurso genético debido a su capacidad de adaptación a condiciones climáticas adversas, por la mejor utilización de las pobres y limitadas fuentes de alimentación y por su resistencia natural a una amplia variedad de enfermedades (Webb y Mamabolo, 2004). Sin embargo y dadas las condiciones de producción, el ganado usualmente sufre por subalimentación, debido a que las pasturas naturales declinan su valor nutricional durante la época seca (Teckle y Gebru, 2018) y aunque estos animales son prolíficos y con relativamente bajos requerimientos nutricionales para mantener una moderada producción (Webb y Mamabolo, 2004), la subalimentación prolongada, especialmente en la época seca, impide que se exprese el potencial de producción de estos animales, complicando en mayor grado el establecimiento de criterios de selección en estos grupos genéticos. En este sentido, algunas estrategias en las que se provea información sobre complementación fácil, practica y con opciones económicas para pequeños rumiantes particularmente durante la época seca es de suma importancia (Teckle y Gebru, 2018). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el potencial de producción de las cabras locales de la Comarca Lagunera durante la

época seca, medido a través del efecto de la complementación en lactancia temprana y tardía sobre sobre el peso vivo y la producción de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una unidad de producción del ejido Zaragoza, Viesca, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera. Esta región se ubica entre las coordenadas 24° 22' y 26° 23' Latitud Norte y 102° 22´ y 104° 47´ Longitud Oeste y a 1100 msnm. El clima, según la clasificación de Köppen, corresponde a BWhw, que se caracteriza por ser muy seco o desértico, semicálido con invierno fresco. La precipitación media anual es de 240 mm y la temperatura media anual a la sombra es de 25 °C, con rangos de -1 °C en invierno a 44 °C en verano. El manejo de los animales se realizó de manera tradicional para un esquema de producción basado en el pastoreo extensivo y donde el manejo sanitario se limita al control de parásitos internos y externos cada 6 meses. La alimentación de los animales se realizó mediante pastoreo diurno de especies vegetales nativas y por la tarde los animales descansaron en corrales contiguos a la vivienda del productor y donde tienen libre acceso agua.

Se utilizaron 17 cabras locales multíparas asignadas aleatoriamente a cuatro grupos, bajo un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron; grupo control lactancia tardía (TesTar; n=4), con peso vivo (PV) promedio de 33.9±9.6 kg, Condición Corporal (CC) de 1.6±0.1, 2.5±1.7 partos/cabra y 150 días en lactancia, grupo control lactancia temprana (TesTemp; n=4) con PV promedio de 30.1±8.5 kg, CC de 1.6±0.1, 2.7±1.5 partos/cabra y 45 días en lactancia, estos grupos se alimentaron sólo con lo recolectado en la ruta de pastoreo, grupo Concentrado Lactancia Tardía (ConcTar; n=4), con PV de 33.9±3.1 kg, CC de 1.4±0.1, 2.5±1.0 partos/cabra y 150 días en lactancia y Grupo Concentrado Lactancia Temprana (ConcTemp; n=5), con PV de 32.9±4.9 kg, CC de 1.6±0.2, 2.6±1.6 partos/cabra y 45 días en lactancia, a estos grupos además del pastoreo, se les ofrecieron 500 gr de concentrado antes de salir a la ruta de pastoreo, en un horario establecido entre las 7:00 y 8:00 h, durante 45 días. Las variables PV y producción de leche (PL) se midieron semanalmente. El PV se midió en una báscula mecánica de gancho con capacidad de 100 kg±500 g. La PL se cuantificó en cada cabra mediante ordeño manual una vez por semana durante 6 semanas y se utilizó una báscula electrónica comercial con capacidad de 45 kg±5 g. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete Infostat (Balzarini *et al.*, 2008). Se realizó un análisis de varianza para las variables PV y PL y se incluyó el número de pesaje como covariable. Las comparaciones de las medias se realizaron con la prueba de Tukey.

RESULTADOS

El Cuadro 1 muestra el efecto de la complementación sobre el PV y la PL, sin embargo, aunque el número de pesajes influye en gran medida (P=0.0018) sobre el PV, no se encontraron diferencias en PV entre los grupos. Estos resultados difieren del reporte de Alves-Rufino *et al.* (2012), en donde señalan que grupos complementados a partir del 1% del PV, el peso incrementa hasta un 30%.

La producción de leche fue superior en el grupo ConcTemp al compararse con los grupos TesTemp, TestTar y ConcTar (P=<0.0001). Los resultados coinciden el reporte de Greyling *et al.* (2004), quienes indican una producción de leche del orden de los 700 gr d^{-1} en cabras indígenas mantenidas en condiciones de pastoreo. Así mismo, Maldonado-Jáquez *et al.* (2017a), señalan resultados similares al utilizar como complemento un concentrado comercial durante la lactancia tardía, pero al utilizar un alimento integral el resultado en producción es diferente, ya que la producción de leche se incrementa considerablemente (Maldonado-Jáquez *et al*., 2017b).

No se observó efecto del número de pesajes sobre la producción de leche (p=0.1088). En general, los resultados obtenidos en este estudio coincidieron con la expectativa, pues la producción de leche en lactancia temprana se incrementó considerablemente al compararla con la producción de las cabras en lactancia tardía, ya que fisiológicamente la producción de leche disminuye a razón de 31.9% (El-Tarabany *et al*., 2016) al final de la lactancia. Por lo anterior, la alimentación de los animales en lactancia temprana requiere ser optimizada para promover una alta producción de leche (Byskov *et al*., 2015).

Por otra parte, la producción de leche de las cabras en los grupos testigo fue menor. Lo cual, evidencia que el forraje disponible en el agostadero no satisface los requerimientos de las cabras durante la época seca. A su vez, esto evidencia el potencial de producción de las cabras, pues una vez que se exponen a un ambiente mejorado, la expresión de los genes para producción de leche es evidente (Greyling *et al.*, 2004)

Cuadro 1. Peso vivo y producción de leche de cabras locales complementadas con concentrado comercial en lactancia temprana y tardía en la época seca.

Variables	TesTemp	ConcTemp	TestTar	ConcTar	EEM	P-Value

Peso Vivo (kg)	33.4[a]	36.8[a]	35.9[a]	37.0[a]	1.1	0.1122
Producción de leche(gr d^{-1})	582.7[b]	848.3[a]	469.2[b]	609.9[b]	53.8	0.0001

TesTemp y TesTar = pastoreo sin complemento alimenticio; ConcTemp y ConcTar = pastoreo + 500 g de concentrado comercial por la mañana (7:00 y 8:00 h). [ab]Literales similares entre líneas no son diferentes p>0.05; EEM= Error Estándar de la Media.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que ofrecer 500 gr de concentrado comercial como complemento alimenticio a cabras lactantes en pastoreo en lactancia temprana durante la época seca, incrementa la producción de leche. Por lo tanto, si se requiere conocer el comportamiento productivo de las cabras bajo condiciones extensivas al momento de implementar esquemas de selección, se recomienda complementar la alimentación de las cabras, pues esto auxilia en gran medida a mejorar su desempeño productivo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al productor Antonio González por su invaluable apoyo en la realización del presente estudio y al INIFAP por el apoyo con fondos fiscales de los proyectos “Desarrollo de estrategias alimenticias para incrementar la producción y calidad nutricional de la leche de cabra del sistema extensivo en el Estado de Nuevo León” No. SIGI 8402134380 y “Complemento alimenticio para cabras lactantes en la época seca, bajo pastoreo extensivo” No. SIGI 922462943

BIBLIOGRAFÍA

Alves-Rufino, M.O., Azevedo-Alves, A., Martines-Rodrigues, M., Lustosa de Moura, R., Rodrigues-Cavalcante, A.C., Pinheiro-Rogério, M.C. (2012). Goat milk production and quality on Tanzania-grass pastures, with supplementation. Acta Scientiarum. 34(4):417-423.

Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. (2008). *Manual del Usuario*, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.

Byskov, M.V, Weibjerg, M.R., Markussen, B., Aaes, O., Nørgaard, p (2015). Feeding concentrate in early lactation based on rumination time. In: Halamchi, I. (2015). Precision livestock farming applications. Making sense of sensors to support farm management. Wageningen Academic Publishers.

El-Tarabany, M., El-Tarabany, A.A., Roushdy, E.M. (2016). Impact of lactation stage on milk composition and blood biochemical and hematological parameters of dairy Baladi goats. Saudi Journal of Biological Sciences. http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.08.003

Escareño, L., Wurzinger, M., Pastor, F., Salinas, H., Sölkner, J., Iñiguez, L. (2011). La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. Revista Chapingo-Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 17:235-246.

Greyling, J.P.C., Mmbengwa, V.M., Schwalbach, L.M.J., Muller, T. (2004). Comparative milk production potential of Indigenous and Boer goats under two feeding systems in South Africa. Small Ruminant Research. 55:97-105.

Maldonado-Jáquez, J.A., Granados-Rivera, L.D., Hernández-Mendo, O., Pastor-López, F.J., Isidro-Requejo, L.M., Salinas-González, H., Torres-Hernández, G. (2017)a. Uso de un alimento integral como complemento a cabras locales en pastoreo: respuesta en producción y composición química de la leche. Nova Scientia. 9(1): 55-75.

Maldonado-Jáquez, J.A., Isidro-Requejo, L.M., Granados-Rivera, L.D., Pastor-López, F.J., Salinas-González, H., Argüelles-Verdugo, E.A., Canales-Maldonado, E., Dominguez-Martínez, P.A. (2017)b. Complementación Alimenticia durante la estación seca y lluviosa en cabras locales de la Comarca Lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental La Laguna. Folleto Técnico No. 32. ISBN: 978-607-37-0732-9

Teckle, D. y Gebru, G. (2018). The effect of haulms of groundnut and cowpea supplementations on growth performance of Abergelle goats. Livestock Research for Rural Development. 30(3): Article # 50. Retrieved July 27, 2018, from http://www.lrrd.org/lrrd30/3/dest30050.html

Webb, E.C. y Mamabolo, M.J. (2004). Production and reproduction characteristics of South African indigenous goats in communal farming systems. South African Journal of Animal Science. 34(1):236-239.

Yepez, R.H., Rúa-Bustamante, C.V., Idárraga-Idárraga, Y., Arboleda-Zapata, E., Calvo-Cardona, S., Montoya, A.A., Cardona-Cadavid, H., Cerón-Muñoz, M. (2010). Estimación de las curvas de lactancia y producción de leche de cabras del departamento de Antioquia, usando controles lecheros quincenales y mensuales. Rev. CES MED VET ZOOTEC. 5(2):30-35.

TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD EN BECERROS UTILIZANDO DOS MÉTODOS DE SUMINISTRO DE CALOSTRO

Ramiro González Avalos[1*], Carlos Alfredo Mejía Estrada[1], Rafael Ávila Cisneros[1], Blanca Patricia Peña Revuelta[1] Norma Rodríguez Dimas[1]

[1*]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Departamento de Ciencias Básicas, carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coahuila, México. [*]e-mail: jaliscorga@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La placenta de la vaca constituye una barrera inmunológica que no permite el paso de las macromoléculas de inmunoglobulinas (Ig) hacia la sangre del feto. Al nacer, el becerro se encuentra desprotegido ante los microorganismos del medio extrauterino, sin embargo, durante las dos o tres semanas anteriores al parto, la vaca acumula en el calostro o primera secreción mamaria una cantidad suficiente de Ig, lo que constituye un factor inmunológico insustituible para la supervivencia del becerro desde los primeros momentos de vida (Plaza y Ibalmea, 2009).

La protección inmunológica del neonato, durante las primeras semanas, depende de la ingestión oportuna de calostro de buena calidad, así como de la eficiente permeabilidad intestinal durante las primeras horas de vida, desafortunadamente la producción de calostro con altos niveles de anticuerpos, así como la adecuada ingestión por parte de la cría no siempre son las esperadas, desencadenándose la denominada falla de transferencia pasiva (Flodr *et al*., 2012). El calostro es la primera fuente de nutrientes para el becerro después del nacimiento y es además una fuente importante de Ig, cuya absorción es esencial para protegerlos contra infecciones entéricas, las cuales son la razón principal de mortalidad durante las primeras semanas de vida, además de las Ig el calostro bovino contienen altas concentraciones de vitaminas, factores de crecimiento, antimicrobianos no específicos y otros compuestos bioactivos, los cuales contribuyen a su composición única (González *et al.,* 2015).

Cuando no se controlan bien estos factores se presenta una falla de la transferencia de inmunidad pasiva, resultando en una hipogamaglobulinemia, que predispone a los animales a diversas infecciones como onfalitis, onfaloflebitis, artritis séptica, septicemia, neumonía y enteritis que cursan con diarreas, las pérdidas económicas que se generan como consecuencia de la morbilidad y mortalidad de los animales son cuantiosas, por esta razón es importante que se conozcan las características del calostro y las técnicas de administración de este para proveer una adecuada inmunidad a los animales (Quiroz *et al.,* 1998).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la transferencia de inmunidad en becerros utilizando dos formas de suministro del calostro.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó del 17 de abril del 2018 al 20 de mayo 2018, en un establo lechero en el municipio de Delicias Chihuahua, se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura de 1170 msnm, entre los paralelos 28° 11' y 28° 11' de latitud norte y los meridianos 105° 28' y 105° 28' de longitud oeste (INEGI 2009).

Se ordeñó a las vacas primíparas y multíparas dentro de las 24 h pos-parto. Posterior a la colecta, se determinó la densidad del calostro de cada animal por medio de un calostrómetro (Biogenics, Mapleton, OR) a una temperatura de 22 C al momento de la medición. Posteriormente, el calostro se depositó en biberones (2 L por biberón) y se refrigeró hasta el suministro a los becerros.

Para observar la transferencia de inmunidad se seleccionaron 100 crías recién nacidas 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 de suministro de calostro pasteurizado quedaron como sigue: A: suministro con biberón, B: suministro con sonda esofágica. En ambos tratamientos la primera toma se realizó durante las primeras dos h de vida. Se suministraron 2 L•toma^{-1}. Cada tratamiento constó de 50 repeticiones considerando cada becerro como una unidad experimental.

Entre las 24 y 48 h de vida se obtuvieron muestras de sangre de la vena yugular, 5.0•mL en tubos Vacutainer® la cual se dejó coagular a temperatura ambiente hasta la separación del suero. La lectura en un refractómetro (Vet 360, Reichert Inc. ®) del suero (g•/dL^{-1} de proteína sérica) se empleó como variable de la transferencia de inmunidad pasiva. Se consideró >5.5 g•dL^{-1}, una transferencia exitosa de inmunidad pasiva; 5.0 a 5.4 g•dL^{-1}, una transferencia medianamente exitosa y <5.0 g•dL^{-1}, una transferencia incompleta de inmunidad pasiva (Quigley, 2001). El análisis estadístico de la transferencia de inmunidad 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-Saenz (2012). Se empleó el valor de $P<0.05$ para considerar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de transferencia de inmunidad pasiva (Figura 1) en becerros utilizando dos formas de suministro de calostro no muestran diferencia estadística P<0.05. El fracaso de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas en hatos lecheros se encuentra en mayor riesgo de desarrollar diversas enfermedades. Incluso los animales clínicamente sanos, en los que se observó el fracaso de la transferencia pasiva de inmunoglobulinas, pueden arrojar un mayor número de patógenos (McGuirk, 2010).

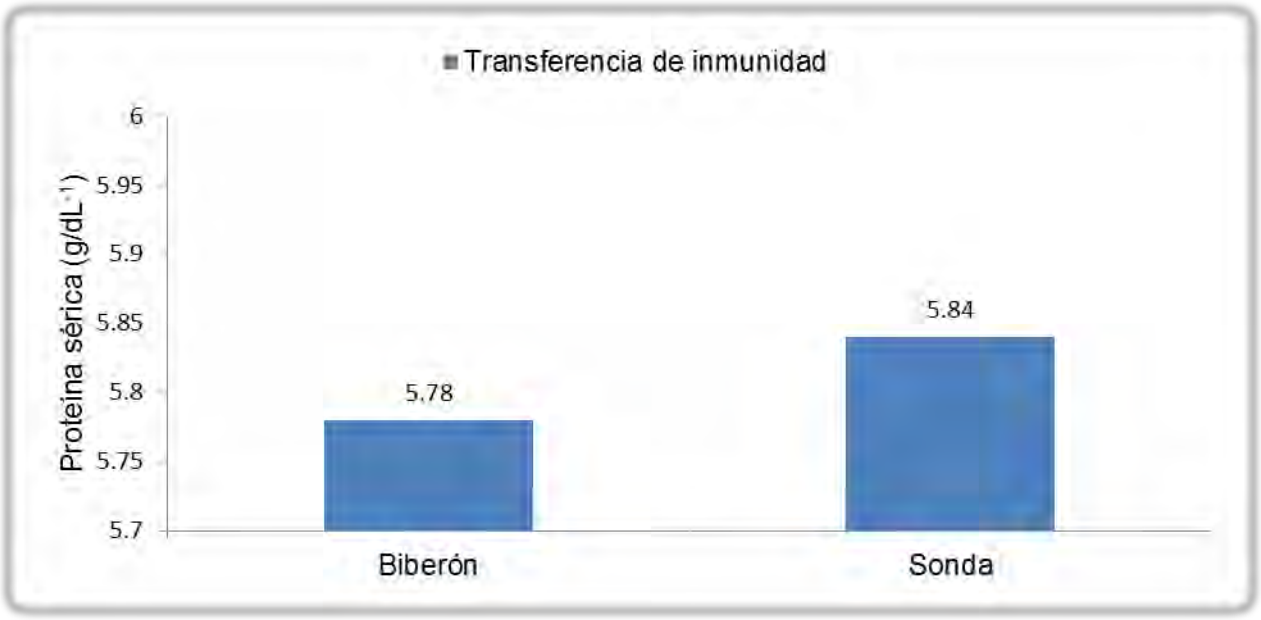


Figura 1. Transferencia de inmunidad pasiva en becerros alimentados con biberón vs Sonda.

Se encontró que los becerros con falla grave (concentración sérica de proteínas totales <4.5 g dL^{-1}) tenían alrededor de 10 veces más probabilidades de morir en los primeros 100 días de vida que los animales con concentración sérica de proteínas totales >5.5 g•dL^{-1} o ≤6 g•dL^{-1} (Tyler *et al.,* 1999).

Los resultados obtenidos para transferencia de inmunidad pasiva (Cuadros 1 y 2) nos muestran una falla en la transferencia de un 24% del total de las crías alimentadas bajo los dos sistemas de suministro biberón vs sonda.

Cuadro 1. Tabla de frecuencias de la transferencia de inmunidad pasiva (g/dL^{-1}) en becerros alimentados con biberón.

Clase	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
4.8-5.5	11	0.22	22	0.22
5.5-6.0	28	0.56	78	0.78
6.0-6.6	11	0.22	100	1
	50			

Cuadro 2. Tabla de frecuencias de la transferencia de inmunidad pasiva (g/dL^{-1}) en becerros alimentados con sonda.

Clase	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
4.8-5.5	13	0.26	26	0.26
5.5-6.0	23	0.46	72	0.72
6.0-6.6	14	0.28	100	1
	50			

McGuirk y Collins (2004) sugieren que una meta sería ≥ 80% de los becerros sometidos a la prueba con él refractómetro alcancen o superen el punto de referencia (5.5 $g•dL^{-1}$) de proteína sérica. El principal factor que afecta la eficiencia de absorción de Ig es la edad de la cría al momento de la alimentación. La eficiencia de transferencia de Ig a través del epitelio intestinal es óptima en las primeras cuatro h después del parto, pero después de seis h se produce un descenso progresivo de la eficiencia de absorción de Ig con el tiempo (Besser *et al.,* 1985).

CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos en el presente estudio podemos concluir que no existe diferencia en la transferencia de inmunidad pasiva en becerros cuando comparamos ambos sistemas de suministro de calostro: sonda vs biberón. La falla en la transferencia de inmunidad presente en los animales del estudio fue por causas ajenas a la forma de suministro del calostro.

BIBLIOGRAFÍA

Besser, T. E., Garmedia, A. E., McGuire, T., Cand C. y Gay. C. 1985. Effect of colostral immunoglobulin G1 and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. J Dairy Sci. 68:2033-2037.

Flodr, H., Wheeler, J., Kruger D., Olazábal, P. y Rosadio, A. 2012. Pruebas de campo para evaluar calidad calostral en la alpaca. Rev., Investigaciones Veterinarias. Lima, Perú. 23:307-316.

González, A. R., Rodríguez H. K., Requejo L. M., González A. J., Peña R. B. P., Nuñez G. L.E., Estrada J. C. y Robles T. P. A. 2015. Efecto de la pasteurización sobre la carga bacteriana en calostro bovino. 12° congreso internacional de MVZ especialistas en bovinos de la comarca lagunera. Gómez Palacio, Durango.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. 2016. Prontuario de información geográfica Municipal De Los Estados Unidos Mexicanos. Delicias (Chihuahua) Clave Geo-estadística 08021.

McGuirk, S, M. y Collins, M. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. Vet Clin North Am Food Anim Pract. 20(3):593-603.

McGuirk, S. 2010. Herd-Based Problem Solving: Failure of Passive Transfer. School of Veterinary Medicine, University of Wisconsin-Madison, USA. http://www.vetmed.wisc.edu/dms/fapm/fapmtools/8calf/calf_herd_FPT_Troubleshooting.pdf [Accessed 6 April 2013]

Olivares-Sáenz, E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1. Facultad de Agronomía Universidad Autonoma de Nuevo León. Marín, N. L., Mexico.

Plaza, J., Martínez, Y. y Ibalmea, R. 2009. Respuesta del uso eficiente del calostro en los terneros de una lechería. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Habana, Cuba. 43:15-18.

Quiroz, G. F., Bouda, J., Medina, M., Nuñes L. y Yabuta A. 1998. Impacto de la administración y la calidad del calostro sobre los niveles de inmunoglobulinas séricas en becerros. Rev. Vet. Mex. México. 29(2):161-166.

Tyler, J. W., Parish, S. M, Besser, T. E., VanMetre, D. C., Barrington, G. M. y Middleton, J. R. 1999. Detection of low serum immunoglobulin concentrations in clinically ill calves. J Vet Intern Med 13:40-43.

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA ALIMENTACIÓN DE BECERRAS LACTANTES UTILIZANDO SUSTITUTO DE LECHE

Ramiro González Avalos[1*], Armando de la Cruz López[1], Jesús Enrique Cantú Brito[1], Blanca Patricia Peña Revuelta[1] José González Avalos[2]

[1*]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Departamento de Ciencias Básicas, carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coahuila, México. [*]e-mail: jaliscorga@gmail.com
[2]Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México.

INTRODUCCIÓN

La alimentación en la vida temprana de la becerra, puede afectar no solamente el desempeño y supervivencia durante el tiempo de la alimentación líquida, sino también la producción futura de leche una vez que se alcanza su edad adulta (Soberon *et al*., 2012). Dado que las becerras representan el futuro del establo, es preciso reciban un buen manejo que les permita optimizar su potencial genético. La implementación de programas de nutrición es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera. 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 afectando su desempeño productivo y reproductivo (González *et al*., 2014).

La cría de reemplazos, es una actividad que determina la renovación del hato permitiendo hacer un mejoramiento genético. Actualmente la mayoría de las explotaciones lecheras tienen problemas en la cría de becerras, debido fundamentalmente a la calidad y costo de su alimentación, control sanitario y manejo general, ya que cualquier alteración que ocurra en el estado de salud los animales originan disminución del desempeño y rentabilidad del hato (Aguilar, 2006).

Las vaquillas de reemplazo representan el segundo mayor costo operativo de una explotación lechera (15 a 20%) después de la alimentación de las vacas en producción (Heinrichs *et al*., 1994). Los costos de alimentación representan un 54.8% de los costos totales de la crianza. Cuando en el hato se tienen tasas de crecimiento deficientes y los reemplazos no paren a los 24-28 meses se reducirá el número de vacas en producción y se aumentaran los costos de crianza, por lo tanto reducir la tasa y edad al primer parto son herramientas que ayudan a disminuir los costos (Vélez *et al*., 2014).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el costo de alimentación de becerras lactantes con sustituto de leche.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó del 25 de Octubre del 2017 al 30 de Diciembre del 2017, en un establo lechero en el municipio de Torreón Coahuila, en el Estado de Coahuila de Zaragoza; el cual se encuentra localizado en una región semidesértica del norte de México a una altura de 1000 y 2500 msnm, entre los paralelos 25°42´ y 24°48´ y los meridianos 103° 31´ y 102° 58´ O (INEGI, 2009).

Para evaluar el costo de la alimentación de las becerras se seleccionaron 40 crías recién nacidas, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Recibieron una toma de 4 L de sustituto (Cuadro 1, Hi-bloom ®), cada litro se preparó con 125 g de sustituto en polvo mezclado en 875 ml de agua, se ofreció una mezcla completamente homogenizada y ofrecida en una sola toma por la mañana 07:00 h a una temperatura de 39 °C; esta fue suministrada hasta el destete de los animales, lo cual se realizó a los 45 días de vida. El agua estuvo disponible a libre acceso a partir del segundo día de edad. Finalmente se ofreció concentrado iniciador (Cuadro 2) a libre acceso a partir del primer día de vida. Todos los días se llevó a cabo la medición el consumo del mismo hasta el destete.

Cuadro 1. Composición nutrimental del sustituto de leche.

Elementos	Unidad*
Proteína	20 % mínimo
Grasa	20 % mínimo
Fibra	15 % máximo
Cenizas	8.0 %
Humedad	6.0 % máximo
Lactosa	**
E.L.N	46.8 %
Vitamina A	50,000 U.I•kg
Vitamina D3	6,000 U.I•kg
Vitamina E	450 U.I•kg
Virginiamicina	80 mg•kg
Oxitetraciclina	162 mg•kg
Sulfato de Neomicina	124 mg•kg

* Basado en el análisis del fabricante Hi-bloom

* * No se encuentra especificado en la ficha técnica del producto

Cuadro 2. 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 %

Las variables que se consideraran para evaluar el costo de la alimentación será: costo de sustito de leche y consumo de concentrado.

Los resultados se evaluaron con estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos en el presente estudio (Cuadro 3), para costo de sustito de leche y consumo de concentrado, estos oscilan entre 1,004.3 por becerra en la lactancia, puede variar dependiendo de los días de lactancia y la concentración de solidos que se suministre a los animales. Heinrichs *et al.* (2013), observaron costos que oscilan entre los 720 a 2000 pesos por concepto de alimentación en establos de Pennsylvania, en Estados Unidos. Resultados similares señalan González *et al*. (2017), que el análisis de los costos de la alimentación en la lactancia de las becerras oscilan entre 1,056.0 hasta 1,800.0 pesos por becerra en la lactancia.

Generalmente los establos que tienen niveles de producción mayores al promedio son aquellos que adoptan un programa de recría con los parámetros antes mencionados. Esto implica que los reemplazos deben criarse con ganancias diarias de peso mayores a las recomendadas en el pasado, sin afectar la producción de leche. Se ha sugerido además que la tasa de crecimiento para alcanzar estos objetivos va a afectar los parámetros económicos y la capacidad productiva de las becerras de tal manera que se obtendrían mayores beneficios económicos si las mismas entraran al hato reproductivo lo antes posible. De esta manera, a primera vista, pareciera que deberían desarrollarse becerras a un paso más acelerado para reducir el periodo de crecimiento y costos de recría (Belloso, 2005).

Puesto que los costos de alimento son la mayor contribución a los gastos asociados con la crianza de becerras; comprendiendo un 60% de todos los gastos de la becerra (Gabler *et al*., 2000), se espera que una reducción en los costos de alimento podrían disminuir significativamente el costo global para la crianza. Puesto que hay una ganancia diaria de peso óptimo para el crecimiento de la becerra, los costos de alimento deberán de expresarse en una forma en que se consideren tanto el costo del alimento por unidad de peso y la cantidad que debe administrarse para obtenerlo (González *et al*., 2012).

Kertz (2009) menciona que en diferentes estudios realizados por la Universidad de Wisconsin en 62 establos durante el año 2000 y 49 en el 2007; el costo de alimentación de las crías durante la lactancia oscila entre 1,098 y 1,980 pesos respectivamente (61 y 110 dólares); el costo por kilogramo de ganancia de peso puede ser incluso menor en la lactancia de la becerra

debido a que se tiene una mayor eficiencia en la conversión de nutrientes a ganancia de peso con una condición corporal baja.

Cuadro 3. Costos de alimentación de becerras lactantes, alimentadas con sustituto de leche.

Variable	
Consumo de sustituto por becerra/lactancia (kg)	20.7
Costo del sustituto $ por (kg)	44
Costo sustituto/lactancia/becerra $	910.8
Promedio de consumo del concentrado iniciador/becerra (kg)	13.17
Costo de concentrado iniciador $ (kg)	7.10
Costo concentrado/becerra/lactancia $	93.5
Costo alimentación sustituto/concentrado/becerra $	1,004.3
Costo integrado $ por kg de peso ganado	41.6

En relación al consumo de alimento Elizondo-Salazar y Sánchez-Álvarez (2012), reportan donde a un grupo de becerros de raza Holstein se les ofreció una dieta líquida en forma restringida en 2 tomas diarias (2 L am y 2 L pm) en el caso de T1 y en el T2 se le suministró a los animales una dieta líquida de 8 L (4 L am y 4 L pm), en dicho estudio los animales tuvieron un consumo semanal de 837 g y 517 g respectivamente. Esta situación permite analizar que las becerras 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.

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 en el presente estudio se puede concluir que la utilización de sustitutos de leche puede disminuir los costos de crianza y de alimentación de reemplazos lecheros. Así como también el suministro de alimentos balanceados (pre-iniciador) de buena calidad. En el momento de seleccionar un sustituto de leche no solo debemos tomar en cuenta la cantidad de proteína, sino también la calidad de los demás elementos o componentes de mismo. Ya que en ocasiones se seleccionan productos de bajo precio dejando en segundo plano los problemas que podrían afectar el desarrollo, crecimiento y productividad futura de las becerras.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, A. M. H. 2006. Crianza de becerras para reemplazo en ganado bovino lechero de la raza holstein. Tesis Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Michoacán. México

Belloso, V. T. I. 2005. Cría y desarrollo de vaquillas lecheras. Memorias de DIGAL. Día Internacional del Ganadero Lechero. Delicias, Chihuahua, México.

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.

Gabler, M. T., Tozer. P. R. y Heinrichs. A. J. 2000. Development of a cost spreadsheet for calculating the cost to raise a replacement dairy heifer. Journal of Dairy Science. Vol.83:1104-1109.

González, A. R., González, A. J., Rodríguez, H. K., Peña, R. B. P., y Núñez, G. L. E. 2012. Evolución del desarrollo de becerras Holstein alimentadas con sustitutos lácteos con igual contenido de proteína. XXIII Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango.

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.

González, A. R., González, A. J., Peña, R. B. P., Moreno, R. A. y Reye, C. J. L. 2017. Análisis de costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. Revista Mexicana de Agronegocios. 40:561-569.

Heinrichs, A. J., Wells, S., Hurd, H., Hill, G., y Dragatz, D. 1994. Aprofile of heifer management practices in the united states. Journal of Dairy Science. Vol.1:1548-1555.

Heinrichs, A. J., Jones, C. M., Gray, S. M., Heinrichs, P. A., Cornelisse, S. A. y Goodling, R. C. 2013. Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis. Journal of Dairy Science. Vol.96:7355-7362.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón. Coahuila de Zaragoza. Clave Geostadistica 05009.

Jasper, J. y Weary, D. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. J. Dairy Sci. 85:3054-3058.

Kertz, F. A. 2009. El destete precoz es la mejor forma de reducer los costos de crianza de becerras. Hoard´s Dairyman en español. :384-385.

Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett, y M. E. A. Van. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. J. Dairy Sci. 95:783-793

Velez, A. y Hincapie, J. J. 2014. Producción de ganado lechero en el trópico, Zamorano Academic Press. Vol.7:294.

PROBLEMAS PRODUCTIVOS CAUSADOS POR ABORTOS EN VAQUILLAS HOLSTEIN FRIESIAN

Ramiro González Avalos[1*], Ignacio Martínez González[1], Juan Leonardo Rocha Valdez[1], Blanca Patricia Peña Revuelta[1] José González Avalos[2]

[1*]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Departamento de Ciencias Básicas, carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coahuila, México. [*]e-mail: jaliscorga@gmail.com
[2]Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México.

INTRODUCCIÓN

El aborto por definición, es la pérdida del producto de la concepción antes de que sea viable a partir del periodo fetal (aproximado de 42 días) hasta antes de los 260 día en el caso de los bovinos. El aborto bovino es un factor limitante del desarrollo ganadero por las pérdidas económicas generadas (Campero *et al*., 1994). Dentro de estas pérdidas se debe de tener en cuenta los gastos de alimentación, médicos, todo lo relacionado a detección de celos, compra de semen, costo de inseminación, además de la pérdida del feto que implica menor valor genético del hato, un incremento en la compra de becerras de remplazo (Puente, 2002).

Los abortos se pueden presentar de dos formas ya sea esporádica o endémica en forma de brote, al igual que las causas tienen dos variables, de origen infeccioso y no infeccioso (Rivera, 2001). Las causas no infecciosas suelen ser: ambientales, nutricionales, toxicas, genéticas, traumáticas. Los abortos infecciosos suelen ser provocados por: causas bacterianas, virales, protozoarios y fúngicas (Fernández, 2007). Se vuelve difícil definir la causa del aborto debido a que generalmente ocurre un intervalo de tiempo largo entre la exposición a la causa del aborto y la observación de este (Monti, 2008).

Para los establos la crianza eficiente de las vaquillas de remplazo futuras productoras de leche, es uno de los principales objetivos, sin ello no será posible asegurar la producción ni el crecimiento del rebaño. La recría es un componente vital de las explotaciones lecheras, al proporcionar un abasto consistente y económico de remplazos de alta cálida al hato adulto en producción. En México las vacas alcanzan 2.06 lactancias en su vida, lo que significa la necesidad de sustituir anualmente en promedio el 48% de estas vacas con vaquillas al parto (Reyes, 2006).

Si al momento de la gestación en estas vaquillas tenemos una interrupción, generara grandes pérdidas económicas, las cuales no están bien documentadas en parte debido a que los costos y ganancias en la industria ganadera son muy variables (Puente, 2002).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto que tiene el aborto sobre la eficiencia productiva en vaquillas Holstein Friesian.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó del 01 de diciembre del 2016 al 30 de enero del 2017, en un establo lechero en el municipio de Torreón Coahuila, el cual se encuentra localizado en una región semidesértica del norte de México a una altura de 1140 msnm, entre los parámetros 25°30´ y 25°45´ y los meridianos 103°20´ y 103°40´ O (INEGI, 2009).

Se obtuvieron 238 muestras de sangre de vaquillas abortadas para su análisis en el laboratorio, para determinación del patógeno que ocasionó el aborto. Se realizaron necropsias de los fetos para su análisis de los órganos y obtener el agente causal del aborto. Las muestras se transportaron en hielera y refrigerante para su análisis, mediante la técnica de fluorescencia polarizada se confirmó la presencia de patógenos. Se realizó el registro del tercio de gestación cuando se presentó el evento de aborto, servicios por concepción.

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en relación a los patógenos (Cuadro 1) que pueden provocar abortos, se observa en diversos un resultado negativo. Numerosos trabajos han evidenciado que la mayoría de los abortos son causados por agentes infecciosos bacterianos, virus como el de la diarrea viral bovina (Campero *et al*., 1994) herpes virus bovino y protozoos como *Neospora caninum* y *Tritrichomonas foetus*, presentes en rodeos de todo el mundo (Corbellini *et al*., 2006). La proporción de aborto bovino atribuida a un agente específico puede variar según la región, probablemente debido a diferencias en el clima, tipo de producción, prácticas de manejo y programas de vacunación (Anderson, 2007).

Cuadro 1. Resultados de pruebas serológicas en vaquillas abortadas.

Factores infecciosos	Resultado	%
Rinotraqueitis	Positivo	15.54
Brucella	Negativo	0
Neospora	Positivo	11.34
Diarrea viral bovina	Negativo	0
Leptospira	Negativo	0

Debido a que son diversos los factores que determinan el aborto, en todo caso sean infeccioso o no; son variados, complejos y difíciles de identificar, se estima que alrededor de un 67% de los mismos no es posible determinar una causa y tan solo un 23% se logra identificar con éxito, esto puede deberse a diferentes causas ya sean del laboratorio o de las muestras tomadas (Ronda, 2012).

En relación al periodo donde ocurre el aborto (Figura 1) la mayor cantidad se produjo en el segundo tercio de la gestación. Las mayores pérdidas de gestación ocurren durante las etapas tempranas de la gestación siendo muy bajos los casos que se presentan en el último tercio (Ronda, 2012).

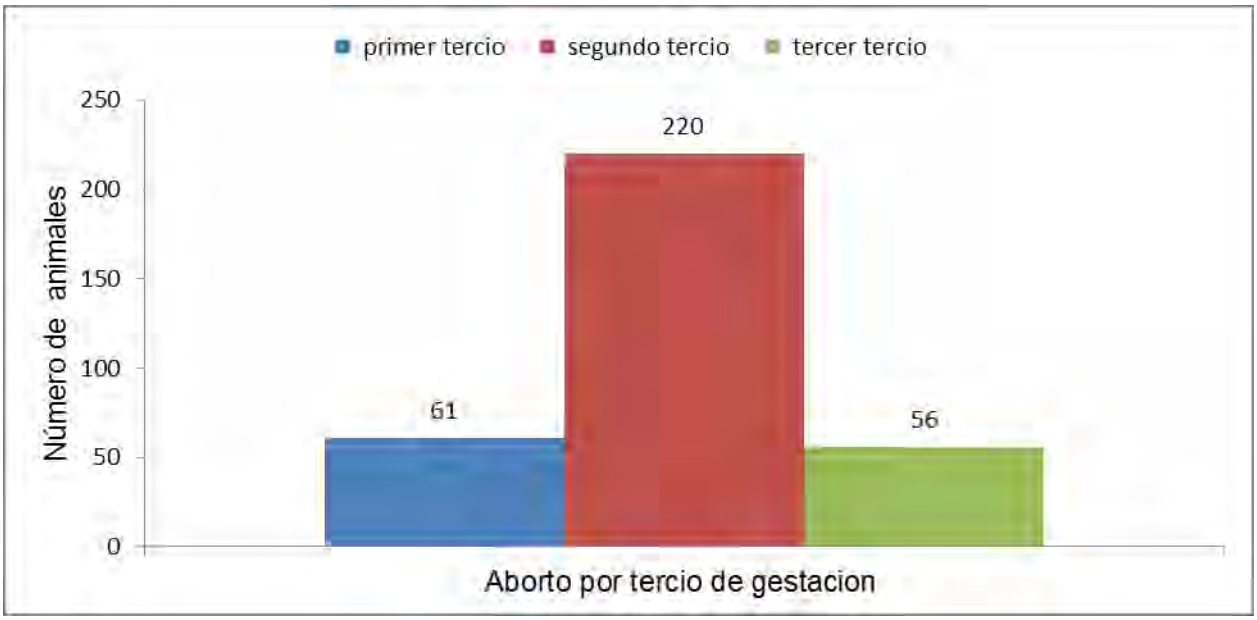
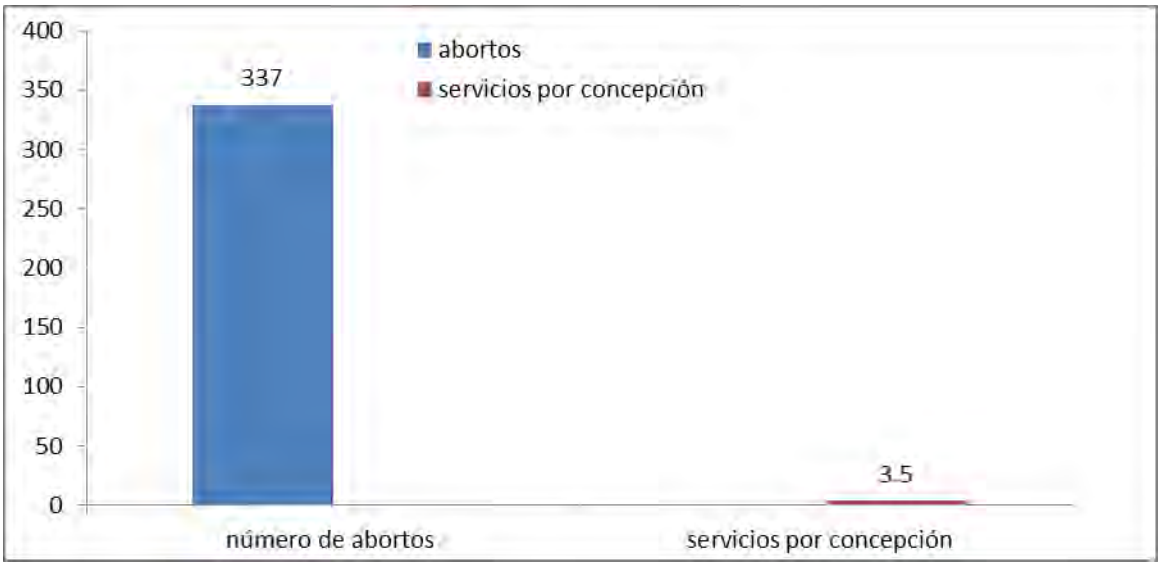


Figura 1. Número de abortos por tercio de gestación.

Aunque el aborto puede ocurrir desde los 42 hasta los 260 días de gestación (durante cualquier momento de la gestación), los mismos son observados más comúnmente durante la segunda mitad. La mayoría que ocurren durante la primera mitad no son detectados por el productor y la vaca es clínicamente tratada como repetidora o sub-fértil (Campero *et al*., 1994).

Respecto a las pérdidas en servicios por concepción (Figura 2) que requieren las vaquillas para quedar nuevamente gestantes, involucra un incremento de tiempo (meses) para poder enrolar en la producción de leche a las vaquillas abortadas. Además, de aumentar los costos ya que los servicios por concepción se incrementan, los mismos varían de 1.1 a 1.2 por animal (Hidrogo y Hurtado, 2014).



CONCLUSIONES

En relación a los resultados obtenidos del presente estudio se puede concluir que el aborto en las vaquillas ocasiona problemas productivos y reproductivos. Dentro de las causas infecciosas la neosporosis y rinotraqueitis son las que afectan a las vaquillas, se observó una mayor cantidad de abortos durante el segundo tercio de la gestación. En relación a los servicios por concepción se incrementa hasta 200%. Se sugiere implementar medidas de vacunación y de manejo reproductivo para poder disminuir la cantidad de abortos.

BIBLIOGRAFÍA

Anderson, M. L. 2007. Infectious causes of bovine abortion during mid- to late-gestation. Theriogenology. 68(3):474-486.

Campero, C. M., Odriozola, E., Odeón, A. C. y Casaro, A. P. 1994. The causes of abortion and death occurring in calves during their first week of life in the south-east of Buenos Aires province, Argentina. In Proceedings of the VII International Symposium of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Buenos Aires, Argentina, Nov. 8-11. pp. 104.

Corbellini, L. G., Pescador, C. A., Frantz, F., Wunder, E., Steffen, D., Smith, D. R. y Driemeier, D. 2006. Diagnostic survey of bovine abortion with special reference to *Neospora caninum* infection: Importance, repeated abortion and concurrent infection in aborted fetuses in Southern Brazil. The Veterinary Journal. 172(1):114-120.

Fernández, M. E. 2007. Análisis de las pérdidas por abortos, muertes prematuras, natimortos y neonatos en bovinos: registros del periodo enero 2006- agosto de 2007. Del INTA Balcarce. UNCPBA Facultad de Ciencias Veterinarias. Tesis Licenciatura. Tandil, Argentina

Hidrogo, A. M. y Hurtado, D. 2014. Parámetros reproductivos en vaquillas de raza lecheras sometidas a sincronización de celos y a la aplicación de Ecg al día 14 posinseminacion artificial. Tesis licenciatura. Escuela agrícola panamericana. Zamorano, Honduras.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón. Coahuila de Zaragoza. Clave Geostadistica 05009.

Monti, G. y Gadicke, P. 2008. Aspectos epidemiológicos y análisis del síndrome de aborto bovino. Arch. Med. Vet. (40):223-234.

Puente, E., 2002. Diagnóstico integral del aborto bovino. En Memorias del XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Valera, ULA-Trujillo.

Reyes, J. A., 2006. Vaquillas holstein-friesian para remplazo alimentadas con ensilado de caña de azúcar o de maíz. Tesis maestría. Universidad de Colima. Colima, México.

Rivera, G. H., 2001. Causas frecuentes de aborto bovino. Red. Inv. Vet. Perú. 12(2):117-122.

Ronda, P. A. 2012. Incidencia y factores de riesgo asociados al síndrome de aborto bovino en vacas lecheras de la zona central. Tesis licenciatura. Universidad de Chile. Santiago de Chile.

EFECTO DE DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN LÍQUIDA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO E INCIDENCIA DE DIARREA Y NEUMONÍA EN BECERRAS LACTANTES HOLSTEIN

J. Santos Serrato Corona*, Juan De Dios Taylor Sánchez, Edmundo Castellanos Pérez y Héctor Donaciano García Sánchez

Facultad de Agricultura y Zootecnia – UJED. Ej. Venecia, Dgo Carretera Gómez Palacio- Tlahualilo Km 32. * sserratoc@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Las terneras representan el futuro de todo hato para la producción de leche (Davis, 1993). Las terneras criadas adecuadamente en el establo reemplazarán a las vacas eliminadas por problemas reproductivos, sanitarios o por baja producción de leche (De Alva, 1985). Se recomienda aplicar eficientes programas de alimentación, manejo y sanidad en cada una de las etapas para garantizar la cantidad requerida de animales de reemplazos (Burbano, 2005) para mantener la estabilidad poblacional e incluso para incrementar la población ganadera, y de esta manera capitalizar la empresa (García, 1996). Tomando en cuenta que el propósito primordial de cualquier sistema de crianza es obtener becerras sanas con un peso adecuado al destete de manera rentable, existen diversas estrategias de manejo y alimentación. Una combinación de estas estrategias la constituye la crianza artificial de becerras para reemplazo (Sorensen 1994). La crianza artificial de becerras mediante el uso de tinas se ha relacionado con problemas de diarreas, cólicos y neumonías lo que incrementa los costos en la crianza, disminuye la eficiencia en el uso de los alimentos e incrementa los índices de mortalidad (Medina, 1994). Considerando lo anterior se realizó un experimento para evaluar el uso de un recipiente que simula la posición natural de la becerra durante el amamantamiento denominado “Tetina Milk Bar” sobre el cambio de peso, altura e incidencia de diarreas en becerras Holstein.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Establo Granja Ríos ubicado en el ejido 13 de Marzo, Durango, ubicado en el km 15+500 de la carretera Esmeralda- Jabonoso. Se seleccionaron 50 becerras recién nacidas las cuales fueron sometidas a un periodo experimental de 60 días, iniciando el día 03 de marzo del año 2012. Se evaluaron dos tratamientos los cuales consistieron en ofrecer el alimento líquido (leche) en forma tradicional en un grupo de 25 becerras (control) y las otras 25 becerras recibieron el alimento líquido mediante el uso de “Tetinas Milk Bar” (cubetas de 2 L con una mamila de caucho duro en su parte inferior).

Además, se suministró agua de una manera controlada de una hora y media antes de darles la toma de leche, se retiraron las cubetas de agua y una hora y media después de haber terminado la leche se suministró nuevamente agua fresca y limpia, por la mañana a las 08:00 h y posteriormente en la tarde a las 14:00 h. Entonces, cada becerra recibió 4 litros de leche (2 L por la mañana y 2 L por la tarde) más 250 g de concentrado iniciador más 300 g de heno de alfalfa y 4 litros de agua por día.

El consumo de alimento sólido (concentrado iniciador) y heno de alfalfa se determinó diariamente pesando el alimento ofrecido y el rechazado. Se determinó el cambio de peso de las terneras dos días seguidos al inicio del experimento y posteriormente cada dos semanas. Además, se determinó la altura a la cruz cada dos semanas hasta el destete. En cuanto a los problemas de salud, se registraron los casos de diarrea y neumonía diariamente.

Los datos obtenidos referentes al cambio peso corporal de las becerras se analizó mediante una prueba “t Student” así como también el cambio de altura, y consumo diario de alimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de alimento concentrado fue similar entre las becerras del grupo control y las alimentadas con “Tetina Milk Bar”($P> 0.05$), con un consumo promedio de 189 y 193 g en la terneras del grupo CON y TMB, respectivamente.

El peso al nacimiento fue similar ($P = 0.49$) entre las terneras de los dos tratamientos con 33.4 kg en el CON y 34.3 kg en el tratamiento TMB. A partir de las primeras dos semanas y hasta el final del periodo experimental, las becerras alimentadas con TMB registraron una mayor ganancia de peso ($P< 0.01$) que las del grupo CON. En lo que se refiere al cambio de peso promedio durante el estudio, las becerras del grupo TMB registraron una mayor ($P < 0.01$) ganancia de peso (366.6 g/d) que aquellas que se alimentaron en forma tradicional (288.6 g/d). Lo anterior probablemente a una mayor digestión de los alimentos ingeridos. Wise et al. (1975) reportaron que los terneros alimentados con tetera secretaron tres veces más saliva, por consiguiente una mayor cantidad de lipasa salival ingreso al tubo digestivo con la leche o el sustituto de leche. Wise and LeMaster (1967) reportaron que los terneros alimentados con tetera mostraron una mayor actividad enzimática en los fluidos abomasales con una mayor producción de proteasa, mientras Ternouth y Roy (1978) demostraron que los terneros alimentados con tetera mostraron un pH abomasal más bajo y una mayor secreción acida a nivel abomaso.

Considerando que ambos grupos de becerras recibieron la misma dieta líquida y en la misma cantidad la diferencia en la ganancia de peso pudo deberse al mayor consumo de

alimento sólido (concentrado iniciador), además de la menor incidencia de problemas de diarreas.

La altura a la cruz al momento del nacimiento fue similar (P = 0.95) entre tratamientos con valores promedio de 74.4 y 74.5 cm para las becerras del grupo control y las de TMB, respectivamente. No observó diferencia en la altura a la cruz entre las becerras del grupo control y aquellas del grupo TMB durante el primer mes de estudio, sin embargo las becerras alimentadas con TMB registraron una mayor altura a la cruz a los 45 días (P = 0.03) y a los 60 días (P = 0.02) con respecto a las becerras alimentadas en forma tradicional como se observa en la Figura 2. La altura promedio a la cruz durante el periodo experimental fue mayor (P = 0.03) en las becerras alimentadas con TMB (89.3 cm) que en aquellas del grupo control (83.3 cm).

En lo que se refiere a la incidencia de diarreas, se encontró que las becerras alimentadas con TMB presentaron un menor número de eventos totales que las becerras alimentadas en forma tradicional (Cuadro 1). Las becerras del grupo TMB registraron 99 eventos (días con diarrea) totales de diarrea contra 181 días con diarrea en las becerras alimentadas en forma tradicional. Además, se pudo observar que la mayor incidencia de diarreas se presentó en los primeros 15 días en las becerras alimentadas con TMB, mientras que en aquellas alimentadas en forma tradicional la mayor incidencia se registró en los primeros 30 días. La incidencia de neumonía también fue menor en las becerras del grupo TMB que en las del grupo CON. Las becerras del grupo CON mostraron 4.5 veces más eventos de neumonía que las alimentadas con TMB. La incidencia de neumonía mostró una tendencia decreciente durante el periodo experimental en las becerras alimentadas con TMB, mientras que las becerras del grupo CON tendieron a incrementar el número de eventos de neumonía durante el experimento (Cuadro 1). El uso de la “Tetina Milk Bar” promueve un consumo restringido de leche y produce una salivación copiosa en el ternero. Esta salivación óptima hace que la leche se digiera de una manera fácil y le da una buena resistencia contra las infecciones. Dos experimentos con becerros alimentados con recipientes abiertos mostraron una mayor incidencia de diarrea (Wise y Lamaster, 1968; Roy, 1990), en otro estudio no se reportó diferencia en el número de becerros con diarrea pero encontraron que los becerros alimentados mediante un recipiente abierto mostraron un incremento en la duración de la diarrea tres veces mayor (Rajala and Castren, 1995).

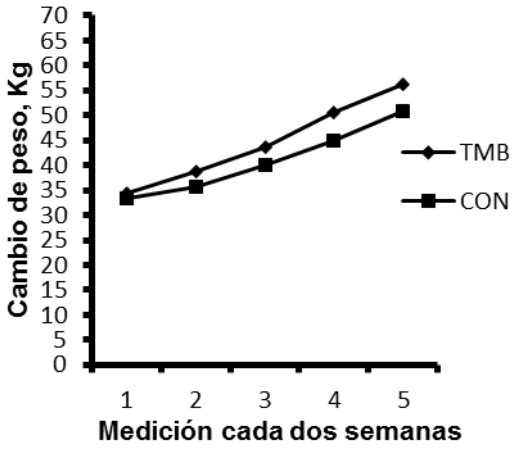


Figura 1. Cambio de peso vivo durante el periodo experimental en becerras Holstein lactantes alimentadas con dos sistemas de alimentación líquida.

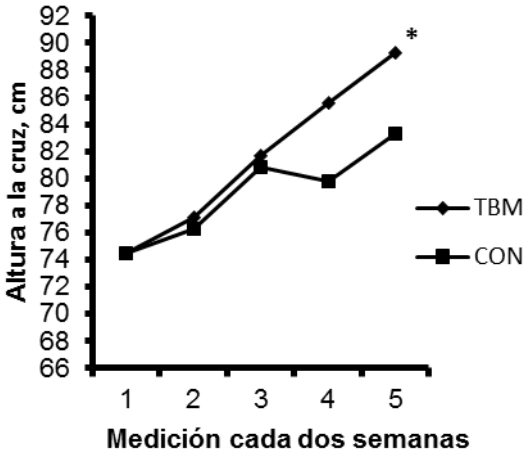


Figura 2. Altura a la cruz por quincena en becerras Holstein alimentadas con dos sistemas de alimentación líquida.

Cuadro 1. Incidencia de diarrea y neumonía (eventos totales) en becerras Hosltein alimentadas con dos diferentes sistemas desde el nacimiento hasta el destete.

	Diarrea por periodos de 15 días					**Neumonía por periodos de 15 días**				
Tratam[1]	0-15	16-30	31-45	46-60	Total	0-15	16-30	31-45	46-60	Total
CON	112	46	12	11	181	31	62	107	91	291
TMB	78	10	9	2	99	40	10	10	4	64

[1]CON = Becerras alimentadas con tina; TMB = Becerras alimentadas con “Tetina Milk Bar”

CONCLUSIONES

La utilización de las “Tetinas Milk Bar” en la alimentación de becerras Holstein desde el nacimiento hasta el destete estimuló el desarrollo y la ganancia de peso a partir de los 30 días de vida. La incidencia de diarreas y neumonías puede ser reducida de una manera importante mediante el uso de recipientes como las TMB las cuales estimulan la apertura de la canaladura esofágica y la secreción de saliva al provocar que las becerras tomen el alimento líquido en una posición más natural.

LITERATURA CITADA

Burbano, M. 2005. Caracterización de espacios productivos domésticos y de prácticas relacionadas con la seguridad alimentaria del hogar y el manejo ambiental sostenible en la vereda Tocogua, Duitama. PUJ; FEAR. Bogotá, Colombia.

Davis, R.F. 1993. La Vaca Lechera: su Cuidado y Explotación. Ed. Limusa. México.

De Alva, J. 1985. Reproducción Animal. Ediciones Científicas La Prensa Médica S.A., México D.F.

García, S. A. 1996. Fisiología Veterinaria. Primera Edición. Ed. McGraw-Hill –Interamericana.Pag. 545.

Medina, C.M. 1994. Medicina Productiva en la Crianza de Becerras Lecheras. Ed. Limusa, México D.F.

Rajala, P., and H. Castren. 1995. Serum immunoglobulin concentrations and health of dairy calvesin two management systems from birth to 12 weeks of age. J. Dairy Sci. 78:2737.

Roy, J.H.B. 1990. Predisposing factors in calf diarrhea. Chapter 3 in The Calf, 5th edition.Buttersworths, Boston, Mass.

Sorensen, A.M. 1994. Reproducción Animal: Principios y prácticas. Compilado en Ganadería, (Guía para la Reproducción y Nutrición, Cría y Manejo del Ganado). México D.F.

Ternouth, J.H., and J.H.B. Roy. 1978. Concurrent studies of the flow of digesta in the duodenum and of exocrine pancreatic secretion in calves. 6. The effect of feeding warm or cold milk by bucket or teat. Br. J. Nutr. 40:553.

Wise, G.H., and J.P. Lamaster. 1968. Responses of calves to open pail and nipple pail systems of milk feeding. J. Dairy Sci. 51:452.

Wise, G.H., and J.P. LeMaster. 1967. Responses of calves to open-pail and nipple-pail systems of milk feeding. J. Dairy Sci. 51:452.

Wise, G.H., P.G. Miller and G.W. Anderson. 1975. Changes in milk products sham fed to calves.IV. Suckling from a nurse cow versus consuming from either a nipple feeder or an open pail. J. Dairy Sci. 59:97-103.

COMPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA DE GANADO BOVINO EN CONDICIONES DE PASTOREO

Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1]*, Rafael Jiménez Ocampo[1], Emmanuel Soto González[2], Luis Alonso Ibarra Pallán[2], Jorge Alonso Maldonado Jáquez[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental Valle del Guadiana, Carretera Durango – El Mezquital km. 4.5, Durango, Dgo. C.P. 34170. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, km 11.5 Carretera Durango – El Mezquital. Durango, Dgo. C.P. 34307. [3]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdés No. 1200, Matamoros, Coah. C.P. 27440 *dominguez.pablo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El ganado criado en condiciones de pastoreo tiene menor impacto sobre el ambiente, en comparación con los sistemas de producción estabulada. Es por ello que, se está incrementando el interés en el consumo de animales criados en pastoreo y su producción. Hay estudios que sugieren que la complementación del ganado criado en pastoreo mejora la eficiencia productiva, reduce la edad al sacrificio y mejora la calidad de la carne (Horn *et al*., 2005; Reis *et al*., 2009).

La glicerina es un alimento que puede cubrir la demanda de ingredientes alternativos para la alimentación animal, debido a que, es un derivado de la producción de biodiesel y de la agroindustria. El glicerol (glicerina) es un compuesto orgánico que pertenece al grupo funcional de los alcoholes, es líquido a temperatura ambiente, higroscópico, inodoro, viscoso y de sabor dulce (IUPAC, 1993), posee una energía neta (1.98 – 2.29 Mcal kg^{-1}) similar a la del almidón de maíz (Skroder y Sudekum, 1999).

La glicerina se genera a partir de la trans-esterificación de aceites vegetales o grasas y comúnmente se utiliza en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria. El crecimiento de la industria del biodiesel ha generado un incremento en las reservas de glicerina y una reducción en su precio de mercado. Lo anterior, convierte a la glicerina en un ingrediente alternativo para la alimentación de animales. Existen diversos reportes que presentan a la glicerina como una fuente de energía para el ganado (Mach *et al*., 2009; Parsons *et al*., 2009; Ramos y Kerley, 2011; Hales *et al*., 2013). Sin embargo, el uso de la glicerina como fuente de energía para la crianza de ganado en condiciones de pastoreo esta poco documentado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP en Durango. El campo está ubicado en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango – El Mezquital, en el municipio de Durango, Dgo. a los 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).

Un total de 36 bovinos machos de tipo comercial, con peso vivo promedio de 194.62 kg, fueron asignados aleatoriamente a uno de tres tratamientos. Los tratamientos consistieron en el suministro de 300 g de glicerina (G-300), 600 g de glicerina (G-600) o 600 g de melaza (M-600) por animal por día, como suplemento de energía para animales en pastoreo. El ganado recibió de manera individual la totalidad del tratamiento correspondiente diariamente a las 09:00 horas. Se tuvo un periodo de adaptación a los tratamientos de 35 días y la fase experimental tuvo una duración de 84 días. Durante la fase experimental se realizaron pesajes individuales de todos los animales en intervalos de 21 días, lo anterior con la finalidad de registrar cambios de peso y calcular la ganancia diaria de peso (GDP).

Los grupos experimentales se mantuvieron en pastoreo continuo durante el periodo de estudio y tuvieron acceso *ad libitum* a una fuente de agua. El trabajo se desarrolló en praderas mixtas de clima templado. En el Cuadro 1 se muestran las especies y proporciones en las que se sembró cada especie dentro de la pradera. Adicionalmente, se estuvo observando al ganado para detectar cambios en el comportamiento o enfermedad posiblemente generada por el tipo de complemento energético que recibieron.

Cuadro 1. Composición botánica y densidad de siembra de las especies forrajeras utilizadas en las praderas experimentales.

Especie	Variedad	%	kg/ha
Ryegrass perene (*Lolium perenne*)	Bargala	50.0	20.0
Ryegrass anual (*Lolium multiflorum*)	Maximus	30.0	12.0
Festuca Alta (*Festuca arundinacea*)	Fawn	5.0	2.0
Orchard (*Dactylis glomerata*)	Potomac	5.0	2.0
Bromo (*Bromus wildenowii*)	Matua	5.0	2.0
Trébol (*Trifolium repens*)	Blanco	5.0	2.0
Total		100.0	40.0

El análisis de varianza de los datos se realizó bajo un diseño experimental completamente aleatorio. Cuando se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey (P <0.05) para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al finalizar el periodo de adaptación los animales fueron pesados individualmente y no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Los pesos promedio de los grupos, durante la fase experimental, se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Peso promedio de los grupos experimentales durante la fase de experimentación.

D[1]	G-600	G-300	M-600
21 d	231.38	225.21	232.50
42 d	239.96	244.67	257.42
63 d	264.33	270.50	273.17
84 d	290.75	299.92	302.08

[1]Días = días transcurridos del periodo experimental. Los valores que se muestran son el promedio de 12 observaciones por tratamiento.

Como se observa en el Cuadro 2 no se encontraron diferencias estadísticas (P <0.05) entre los pesos promedio de los grupos experimentales durante 84 d de prueba. Sin embargo, se puede observar que los pesos de los grupos G-300 y M-600 mostraron mayor similitud entre sí en comparación con el tratamiento G-600.

Los microrganismos ruminales pueden usar tanto la melaza como la glicerina para la formación de ácido propiónico. El ácido propiónico es un precursor de la síntesis de glucosa (Johns, 1953)

y por tanto de la energía requerida por los animales. Además, ambos ingredientes también pueden fungir directamente como fuente de energía (Felix *et al*., 2018). En base a lo anterior, es probable que no se hayan presentado diferencias en el comportamiento productivo de los grupos debido a que estaban consumiendo fuentes de energía que se metabolizan de forma muy similar en el ambiente ruminal.

Durante el periodo de adaptación y experimental no se observaron cambios de comportamiento o padecimientos digestivos (posiblemente originados por el tipo de complemento energético).

CONCLUSIONES

El suministro de 300 o 600 g de glicerina por animal por día, no genera padecimientos digestivos en animales bajo condiciones de pastoreo. Además, la complementación energética con glicerina produce cambios en el peso vivo, similares al del uso de melaza como fuente de energía. Sin embrago, para utilizar uno u otro ingrediente deberá tomarse en cuenta el precio de los mismos y la facilidad con la que se consiga en la zona de interés.

BIBLIOGRAFÍA

Felix, T.L., C.J. Long, M.R. Stierwalt, P.H.V. Carvalho y H.M. Blalock. 2018. Effects of increasing level of a comercial liquid supplement on growth, performance and carcass characteristics in feedlot steers. Transl. Anim. Sci. 2:216-222.

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.

Hales, K.E., Bondurant, R.G., Luebbe, M.K., Cole, N.A. y Macdonald, J.C. 2013. Effects of crude glycerin in steam-flaked corn-based diets fed to growing feedlot cattle. J. Anim. Sci. 91:3875–3880

Horn, G. W., Beck, P.A., Andrae, J.G. y Paisley, S.I. 2005. Designing supplements for stocker cattle grazing wheat pasture. J. Animal Sci. 83, 67-78.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. 1993. http://www.iupac.org consultado el 10 de julio de 2018.

Johns, A. T. 1953. Fermentation of glycerol in the rumen of sheep. N. Z. J. Sci. Technol. 35:262–269.

Mach, N., Bach, A. y Devant, M. 2009. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. J. Anim. Sci. 87(2): 632-638.

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.

Parsons, G. L., Shelor, M. K. y Drouillard, J. S. 2009. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. J. Anim. Sci. 87(2): 653- 657.

Ramos, M. H. y Kerley, M. S. 2011. Effect of dietary crude glycerol level on ruminal fermentation in continuous culture and growth performance of beef calves. J. Anim. Sci. 90(3):892-899.

Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Casagrande, D. R. y Páscoa, A. G. 2009. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estrategia do manejo das pastagens. Rev. Brasileira de Zootecnia 38:147-159.

Schroder, A., y K. H. Sudekum. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. En: New Horizons for an Old Crop. Proceedings of 10th International Rapeseed Congress. p 241.

CURVAS DE LACTANCIA POR PARIDAD EN VACAS HOLSTEIN: MODELO DE WOOD

[1]Gallegos H.M.P., [1]Reveles S.F.O., [1]Toca R.J.A. [1]Pinzón D.C.E., [2]Saucedo Q.J.S.,

[1]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.
[2]Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California
mayelapat@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

En el ganado bovino especializado, para establecer criterios y presión de selección dentro de los hatos, es necesario conocer el comportamiento productivo de los animales. La curva de lactancia es una representación gráfica de la producción de leche de un animal en un tiempo dado (Ferrerira *et al*., 2015); consta de una fase inicial, donde la producción aumenta después del parto y el pico se alcanza aproximadamente en la octava semana y una fase de declive que continua hasta el final (Nicolo *et al*., 2011; Almeyda 2013; Suresh *et al*., 2014; Lopez *et al*., 2015). La curva de la lactancia se ha descrito por diferentes funciones matemáticas Albarrán-Portillo and Pollott (2011); Dijkstra *et al*., (1997); Pollott, (2000) Pollott and Gootwine (2000) citados por Lopez *et al*., (2015) explican los cambios en la producción en un tiempo dado y algunos consideran el proceso de lactancia como un suceso biológico donde se toma en cuenta el desarrollo de la glándula mamaria, cantidad de tejido secretor funcional, habilidad para secretar leche (López *et al*., 2015), periodo de preñez y lactancia, además de factores nutricionales y medio ambiente (Ferrerira *et al*., 2015). La determinación de la curva permite caracterizar los sistemas de producción y repercute en la aplicación de diferentes prácticas de alimentación, reproducción y mejoramiento genético en los hatos (Cañas y cols., 2009). Aunque se han utilizado diferentes modelos que describen el patrón de producción de leche y su rendimiento, la ecuación de Wood, 1967, es la más utilizada (Quintero y cols., 2007; Ferreira *et al*., 2015), aunque con sus limitaciones conocidas, como la sobreestimación de la producción diaria en la primera fase de la curva y la subestimación alrededor y después del pico. Ningún modelo describe adecuadamente las lactancias individuales (Kamidi, 2005), se infiere que la idoneidad de los modelos empíricos para establecer la forma de la curva de la lactancia, no solo depende de la función matemática, sino de la naturaleza biológica de la lactancia. No todos los modelos se adecuan a una curva típica (producción ascendente, máxima y descendente), por lo que un modelo adecuado es el que permite predecir la producción máxima y el lapso requerido para que esta ocurra (Pulido, 2010), su mantenimiento y declive. El objetivo fue caracterizar la

curva de lactancia en vacas Holstein en una región semiárida del noreste de México de acuerdo al modelo matemático de Wood, 1967.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de la producción láctea proceden de un establo Lechero del Municipio de Gómez Palacio, Dgo. Ubicado sobre las coordenadas 25° 44´ 25" de latitud norte y 103º 33´ 35" de latitud oeste a una altura de 1100 msnm. Cuenta con un clima de veranos calientes (40 - 45 °C) e inviernos fríos (-1 a -5 °C), y las lluvias se presentan con mayor intensidad en los meses de agosto y septiembre. Se analizaron aproximadamente 13,312 datos, correspondientes a 279 lactancias en vacas Holstein, distribuidas en: primera (55), segunda (105), tercera (69), cuarta (32) y quinta (18). La longitud de la lactancia varió de 167 a 411 días. En todos los casos, la producción se registró semanalmente. La producción acumulada se calculó en base a los registros de producción de cada vaca. El alimento se sirvió tres veces al día y el ordeño se realizó cada 8 horas. Para determinar la curva de lactancia se utilizó el modelo propuesto por Wood, (1967).

$$\mathbf{Y= a\ t^b e^{-ct}}$$

Donde:

Y = la producción de leche en el día t.

a = representa la producción de leche al inicio de lactancia;

t = día especifico de la lactancia o tiempo;

b = el incremento de la producción de leche hasta el pico de lactancia;

e= es una constante de Euler de la base de los logaritmos naturales (2.71828..);

c = representa la tasa de declive de la producción de leche del pico de lactación

La producción de leche semanal y por lactancia se analizó mediante procedimiento PROC NLIN (SAS Sistem for Windows ver 9, 2002) y se graficó en Excel, (2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La longitud de la lactancia en promedio fue de 344, 313, 301, 325 y 334 dias, para la 1^{ra},2^{da},3^{ra},4^{ta} y 5^{ta} lactancia, respectivamente (tabla 1). La 2^{da} y 3^{ra} tienen una longitud cercana a la normal, la longitud promedio fue de 323 dias, independientemente de la paridad. El pico de producción se alcanzó a los 70.94 días posparto (pp) en promedio, independientemente del

número de lactancias (Tabla 1). La variación para alcanzar el pico de producción fue de 108 a 65 días. La máxima producción se registró en la cuarta lactancia (Figura 1), pero durante la 1ra lactancia, tuvo la mejor persistencia. La producción acumulada a los 305 días fue de 9,364.6; 11,507.7; 11,408; 11,876.2 y 10,608.7 kg para la 1ra, 2da, 3ra, 4ta y 5ta lactancia, respectivamente. En promedio se registró una lactancia acumulada de 10,953.04 kg.

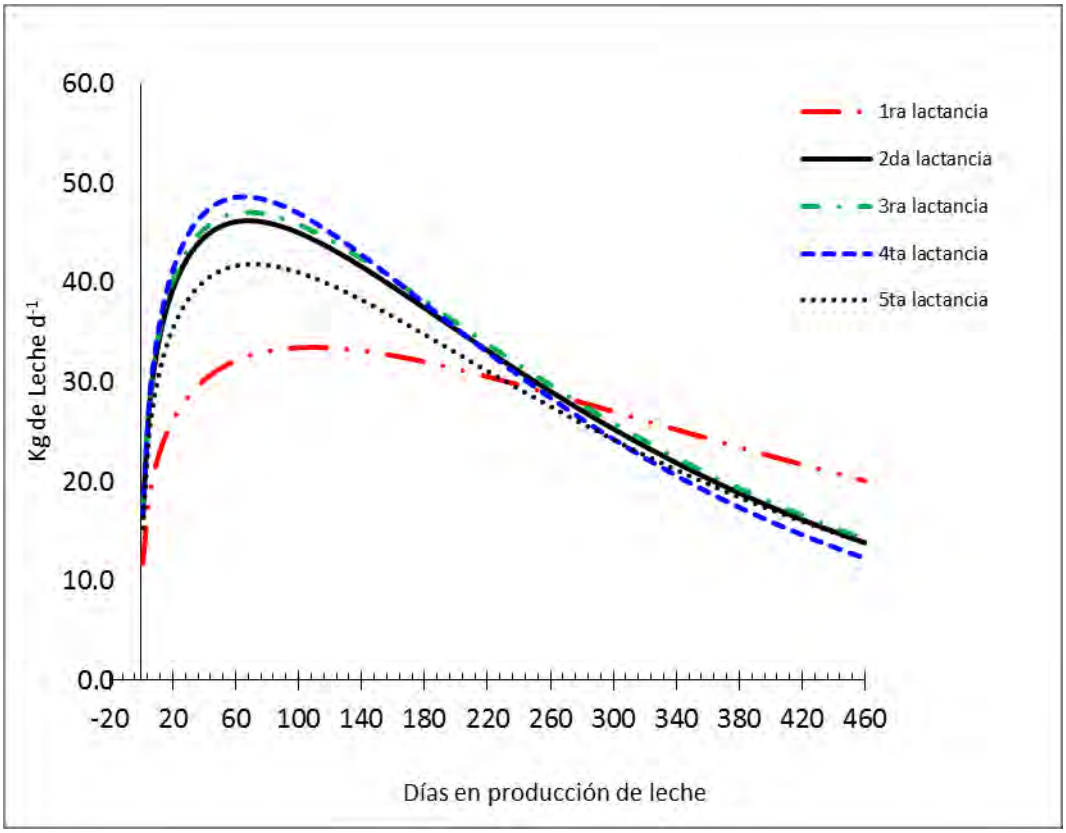


Figura 1. Curvas de acuerdo al número de lactancia en vacas Holstein.

En este caso, la produccion promedio maxima se registro en la 4ta lactancia. La representacion matematica de la curva de lactancia en ganado bovino, es una herramienta valiosa en la produccion animal bajo diferentes escenarios, es de gran ayuda para fisiologos, nutriologos y genetistas, para estudiar y probar hipotesis sobre el comportamiento de la glandula mamaria durante la lactacia. Finalmente, las funciones de la curva de lactancia se usan para ajustar los efectos geneticos aditivos en los modelos aleatorios.

Tabla 1. Parámetros promedio de la curva por número de lactancia en vacas Holstein.

	Parámetros	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Prom.**
	a	11.81	16.89	17.39	16.66	15.40	15.64
	b	0.28	0.31	0.30	0.33	0.30	0.3097
	c	0.0026	0.0046	0.0045	0.0051	0.0043	0.00428
Persistencia[a]	- (b + 1) ln c	7.63	7.06	7.04	7.02	7.11	7.2
Producción Pico en L d^{-1}	$a/((b/c)^b e^b)$	33.5	46.2	46.8	46.8	41.9	43.4
Pico de producción (d)	b/c	108.01	67.97	67.85	65.37	70.94	75.6
Rango de longitud (d)		298-390	260-366	285-317	268-382	257-411	323

Aunque se han utilizado diferentes modelos para describir el patron de produccion de leche y su rendimiento, la ecuacion de Wood es la mas utilizada (quintero *et al*., 2007; Nicolo *et al*., 2011), ninguno describe adecuadamente las lactancias individuales (Kamidi, 2005). Se infiere que la idoneidad de los modelos empiricos para establecer la fomra de la curva, no solo depende de la funcion matematica, sino de la naturalez biologica de la lactancia. No todos los modelos se adecuan a una curva tipica (produccion ascendente, maxima y descendente), por lo que lo ideal es predecir la produccion maxima y el lapso requerido para que esta ocurra (Pulido, 2010).

CONCLUSIONES

La curva de lactancia es una representación gráfica del periodo de producción de las vacas que permite predecir el potencial productivo y ajustar el manejo de los animales en diferentes escenarios de producción, inclusive en diferentes etapas de producción. Sin embargo, la influencia de las diferencias biológicas entre vacas no debe ser excluido; tales como efecto de la época y numero de parto.

BIBLIOGRAFÍA

Albarrán-Portilloa B, GE Pollottb. 2011. Environmental factors affecting lactation curve parameters. Arch Med Vet 43, 145-153

Almeyda, M.J.M. 2013. Manual de manejo y de alimentación de vacunos II: Manejo y Alimentación de vacas productoras de leche en sistemas intensivos. Publicación en línea: http://www.engormix.com/.

Cañas A Jhon. J, Restrepo B.L, Ochoa S.F.J, Echeverr A,Cerón-Muñoz M. 2009. Estimación de las curvas de lactancia en ganado Holstein y BON x Holstein en trópico alto colombiano. Rev. Lasallista de Investigación, vol. 6 (1): 35-42

Dijkstra J.., J. France., M.S. Dhanoa., J.A. Maas., M.D. Hanigan., A.J. Rook., D.E. Beever., 1997. A Model to Describe Growth Patterns of the Mammary Gland During Pregnancy and Lactation. Journal of Dairy Science Vol. 80, (10), Pages 2340-2354.

Ferreira G.T. Abilio, Douglas S. Henrique; Ricardo A.M. Vieira; Emilyn M. Maeda and Altair A. Valotto. 2015. Fitting mathematical models to lactation curves from holstein cows in the southwestern región of teh state of Paraa, Brazil. An Acad Bras Cienc. 87(1):503-516

Kamidi, R.E. 2005. A parametric measure of lactation persistency in dairy cattle. Livest. Prod. Sci. 96, 141-148

Lopez S, J. France, NE Odongo, RA McBride, E Kebreab, OAlZahal, BW MCBride and J Dijkstrs. 2015. On the analysis of Canadian Holstein dairy cow lactation curves using standard growth functions. Journal Dairy Science. 98(4):2701-2712

Nicolo, P.P. Macciotta., Corrado Dimauro., Salvatore P.G. Rassu., Roberto Steri., Giuseppe Pulina. 2011. The mathematical description of lactation cuerves in dairy cattle. Italian Journal of Animal Sciece vol.10: e51 213-223

Pollott GE. 2000. A biological approach to lactation curve analysis for milk yield. J Dairy Sci 83, 2448-2458

Pollott GE, E Gootwine. 2000. Appropriate mathematical models for describing the complete lactation of dairy sheep. Anim Sci 71, 197-207.

Pulido, A.F. 2010. Factores que influyen en la curva de lactancia en vacas F1 (Holstein x Cebú) en el trópico húmedo de Veracruz, México. Universidad Veracruzana.

Quintero, Juan C., Serna, Jorge I., Serna, Naudin A., Hurtado., Rosero Noguera Ricardo., Ceron-Muñoz Mario F. 2007. Modelos matemáticos par curvas de lactancia en ganado lechero. Rev. Col. Cienc. Pec. 20:149-156

SAS System for Windows ver. 9, 2004

Suresh Jingar, R. K. Mehla, Mahendra Singh, and A. K. Roy. 2014. Lactation Curve Pattern and Prediction of Milk Production Performance in Crossbred Cows. Journal of Veterinary Medicine. Volume 2014, Article ID 814768, 6 pages

Wood P.D.P. 1976. Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with estimates of seasonal variation. Prod. 22:35-40

Wood, P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. Nature 216:164-165

Wood, P.D.P. 1980. A note on the lactaction curve of some high-yielding British Friesian cows. Anim. Prod. 30:299-302

CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS *IN VITRO* DE CUATRO ADITIVOS NATURALES PARA LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN ENGORDA

Pámanes-Carrasco, Gerardo A.[1]*; Murillo-Ortiz, Manuel[2]; Herrera-Torres, Esperanza[2]; Moreno-Medina, Cuauhtémoc U.[3]; Santiago-Adame, Rubén[4]

[1]CONACyT. Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango. Blvd. Guadiana 501, Cd. Universitaria. Durango, Dgo. México. C.P. 34104. gerardo.pamanes@gmail.com
[2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Carr. Durango – Mezquital km 11.5. Durango, Dgo. México. C.P. 34307.
[3]CONACyT. TecnNM / Instituto Tecnológico de Durango. Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote, Nueva Vizcaya. Durango, Dgo. México. C.P. 34080.
[4]Universidad Autónoma de Tamaulipas. Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa – Aztlán. Calle16 y Lago de Chapala, Aztlán. Reynosa, Tamps. México. C.P. 88740.

INTRODUCCIÓN

Las manipulaciones de la cinética y fermentación ruminal para mejorar la eficiencia de los nutrientes, así como la producción y los impactos ambientales emanados de la ganadería como actividad productiva, han sido ampliamente estudiadas en las últimas décadas. De esta manera, se ha investigado el uso de diferentes extractos herbáceos, aditivos, inhibidores de metanogénicos, fuentes forrajeras alternativas y antibióticos en la alimentación de rumiantes (Murillo-Ortiz *et al*., 2016; Patra y Saxena, 2011; Wina *et al*., 2005; Ipharraguerre y Clark, 2003). Sin embargo, el uso de algunas de estas alternativas implica un alza considerable en los costos de alimentación que la mayoría de los pequeños productores no pueden costear. Debido a lo anterior, en los últimos años se ha buscado la implementación de aditivos alternativos provenientes de fuentes naturales que se encuentren en la región y que puedan ser adquiridos a un menor costo. Tal es el caso de las vainas y semillas de mezquite (*Prosopis laevigata*), cuya especie se encuentra ampliamente distribuida y adaptada a zonas áridas y semiáridas del norte y sur de América (Pasiecznik *et al.*, 2001). Además, diversos estudios han evaluado su incorporación como alimento animal, principalmente de rumiantes, debido a los efectos demostrados en los parámetros de fermentación y cinética ruminal debido a su contenido de compuestos fitoquímicos (Cabiddu *et al*., 2010; Parveen *et al*., 2010). Adicionalmente, existen otras especies de leguminosas, arbóreas y plantas que también se posicionan como aditivos potenciales en la alimentación de rumiantes. De esta manera, el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), la mahuacata (*Diospyros ebenum*) y la calabacilla loca (*Cucurbita foetidissima*) son especies que también se han adaptado a zonas áridas y semiáridas y cuyas hojas muestran propiedades como fuentes de forraje alternativo (Platt *et al*. 2014; Rojas-Hernández *et al*., 2014; Gautier-Hion *et al.,* 1985). No obstante, la información en el estudio de las semillas de estas especies vegetales como potenciales aditivos en la alimentación de rumiantes es limitada. Con

base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar la cinética de producción de gas *in vitro* de 4 especies de aditivos alternativos (mezquite, guamúchil, mahuacata y calabacilla loca) en la fermentación ruminal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio.

El presente trabajo se llevó a cabo en los laboratorios de posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y del Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Materia prima y composición química.

Las semillas de mezquite (MEZ), guamúchil (GUA), mahuacata (MAH) fueron recolectadas de especies nativas de la región de Reynosa, Tamaulipas, mientras que el fruto de la calabacilla loca (CAL) fue recolectado de la región de Durango. Las semillas y el fruto de la calabacilla loca fueron secados en una estufa con aire forzado a 55°C durante 48h, para posteriormente ser triturados en un molino de cuchillas (Thomas-Willey Miller Co., Lab 4) a un tamaño de partícula de 1 mm para futuros análisis. El análisis de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) fueron determinados a través de técnicas estandarizadas por la AOAC (1995). Los contenidos de fibra detergente neutra y fibra detergente ácida, así como de lignina, se llevaron a cabo de acuerdo a la técnica propuesta por Van Soest *et al*. (1991).

Fermentación ruminal *in vitro*.

La producción de gas *in vitro* se llevó a cabo de acuerdo a la técnica propuesta por Theodorou *et al.* (1994), mezclando aproximadamente 1 g de cada muestra molida con 120 ml de una solución compuesta por soluciones minerales y líquido ruminal en una relación 2:1, respectivamente. La mezcla fue colocada en módulos de vidrio equipados con transductores de presión inalámbricos (ANKOM Technology, USA) y fueron bañados con CO_2 antes de sellarse para brindar condiciones de anaerobiosis. El inóculo ruminal se obtuvo de 2 bovinos fistulados de rumen alimentados con una dieta a base de ensilado de maíz y concentrados en una relación 50:50. Las variaciones en la presión fueron registradas a las 0, 1, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 72 y 96 h de fermentación. Los valores obtenidos en la cinética de producción de gas fueron

modelados con la función de Gompertz (Schofield *et al*., 1994) de acuerdo a la siguiente ecuación:

GPt = Gmax*exp[-L*exp(-k*t))].

En donde: GPt= producción de gas al tiempo t (ml); Gmax= máxima producción de gas donde la asíntota es alcanzada (ml); L= tiempo de latencia antes de que la producción de gas comience (h); k= tasa constante de producción de gas (%/h).

La degradación de la materia orgánica (DMO) fue estimada de acuerdo a la ecuación propuesta por Menke *et al*. (1979):

DMO (%) = 14.88+0.8893GP24+0.448PC+0.651CEN.

Análisis estadístico.

Los datos generados fueron analizados mediante un diseño completamente al azar utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2003). La comparación de medias se llevó a cabo con la prueba de Tukey, declarando diferencias significativas con una P<0.05.

Tabla 1. Composición química de los diferentes aditivos (% MS)

Nutrientes	MEZ	GUA	MAH	CAL	SCEDM
MO	95.3±0.08 [b]	96.2±0.11 [a]	96.1±0.06 [a]	90.6±0.09 [c]	0.08
CEN	4.6±0.08 [b]	3.7±0.11 [c]	3.8±0.06 [c]	9.3±0.09 [a]	0.08
PC	5.7±0.77 [b]	20.2±1.00 [a]	18.0±0.39 [a]	17.9±0.41 [a]	0.69
EE	1.8±0.06 [c]	8.4±0.45 [b]	14.6±0.73 [a]	8.5±0.23 [b]	0.44
FDN	38.6±0.29 [a]	31.0±0.75 [b]	36.0±0.65 [a]	31.6±0.37 [b]	0.55
FDA	24.9±0.67	20.7±0.10	23.8±1.43	25.3±0.30	0.80
Lignina	11.7±1.40 [a]	9.2±0.04 [a,b]	11.6±0.83 [a]	7.1±0.46 [b]	0.85

MS: materia seca; MO: materia orgánica; CEN: cenizas; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente ácida; SCEDM: suma de cuadrados del error de la diferencia entre medias. Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencias significativa (p<0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis químico proximal se presentan en la Tabla 1. Como se puede observar, los contenidos de MO son diferentes entre los aditivos, en donde GUA y MAH son los de mayor contenido de MO ($P<0.05$). Así mismo, los contenidos de CEN también son diferentes entre los aditivos, encontrando el mayor en CAL y los menores en GUA y MAH ($P<0.05$). Además, MEZ es el que menor contenido de PC presenta, mientras que MAH, GUA y CAL muestran contenidos similares entre ellos ($P>0.05$), pero superiores en más del 300% en comparación con el contenido en MEZ ($P<0.05$). Los contenidos de proteína de GUA, MAH y CAL sobrepasan en al menos 3 veces el contenido de proteína del MEZ. Alanis *et al*. (1998) reportaron contenidos de proteína superiores al 30% para las especies de mahuacata. No obstante, Berry *et al.* (1976) reportaron contenidos de proteína superiores al 35% en la calabacilla loca; sin embargo, los contenidos encontrados en esta variedad son cercanos al 18%. Tanto el GUA, MAH y CAL presentaron contenidos superiores al 17%, lo que los posiciona como fuentes potenciales de proteína, al exceder el 7% que se marca como mínimo para propiciar una actividad microbiana eficiente (Phelps, 1990); sin embargo, el contenido de proteína del MEZ es inferior al valor propuesto. Además, los contenidos de EE fueron diferentes entre los aditivos, siendo la MAH y la CAL los de mayor contenido de grasa, con 14.6 y 8.5%, respectivamente ($P<0.05$). Con respecto a los contenidos de fibra en los aditivos, MEZ y MAH presentaron los mayores contenidos de FDN, mientras que GUA y CAL presentaron los menores, a pesar de que todos excedieron del 30% ($P<0.05$). Sin embargo, no se registraron diferencias significativas en FDA entre los aditivos ($P>0.05$). No obstante, el menor contenido de lignina fue presentado en CAL, mientras que los mayores fueron registrados en MEZ y MAH ($P<0.05$).

Por otro lado, los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* es presentada en la Tabla 2. Como se puede observar, no se encontraron diferencias significativas en el pH entre las fermentaciones de los diferentes aditivos ($P>0.05$). La DMO fue diferente entre los aditivos ($P<0.05$). La mayor digestibilidad se obtuvo con MEZ, mientras que MAH presentó el menor valor. Igualmente, MEZ presentó la mayor producción de gas a las 24h de fermentación ($P<0.05$), mientras que los demás aditivos mostraron producción de gas similares ($P>0.05$). De la misma manera, la mayor producción de gas (Gmax) se encontró en MEZ ($P<0.05$); MAH y CAL presentaron las menores Gmax ($P<0.05$). Sin embargo, la menor tasa de producción de gas (k) se encontró en MEZ ($P<0.05$), mientras que los demás aditivos mostraron valores de k

similares entre ellos (P>0.05). No se encontraron diferencias significativas en el tiempo de latencia (L, P>0.05).

El contenido de grasa de MEZ está muy por debajo del de los demás aditivos. Sin embargo, también se han reportado modificaciones en la fermentación ruminal a través del efecto tóxico que se muestra en las bacterias celulolíticas cuando se presentan altos contenidos de grasa (Doreau y Ferlay, 1995).

Tabla 2. Composición química y DIVMO de los tratamientos experimentales

Parámetro	MEZ	GUA	MAH	CAL	SCEDM
pH	6.7±0.06	6.8±0.10	6.9±0.08	7.0±0.09	0.20
DMO (%)	87.2±0.63 [a]	70.3±6.15 [a,b]	64.7±3.02 [b]	77.0±0.26 [a,b]	3.44
GP_{24} (ml)	375.3±1.91 [a]	247.1±36.73 [b]	236.8±32.52 [b]	270.1±0.76 [b]	20.11
Gmax (ml)	465.1±8.90 [a]	322.1±11.75 [b]	274.3±1.25 [c]	286.7±7.90 [c]	8.46
L (h)	2.2±0.02	3.4±0.46	3.3±0.46	2.9±0.10	0.31
k (%/h)	0.12±0.006 [b]	0.20±0.019 [a,b]	0.23±0.054 [a,b]	0.26±0.003 [a]	0.03

DMO: degradación de la materia orgánica; GP_{24}: producción de gas total a las 24h; Gmax: producción máxima de gas; L: tiempo de latencia; k: tasa constante de producción de gas; SCEDM: suma de cuadrados del error de la diferencia entre medias. Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencias significativa ($p<0.05$)

El hecho de que se presente una disminución en los microorganismos celulolíticos sugiere un decremento en la digestibilidad de la MS y por lo tanto, en los parámetros de fermentación ruminal. Esta aseveración se puede justificar parcialmente a través de los valores obtenidos en los parámetros de la cinética de producción de gas. Como se puede observar, MEZ fue el aditivo que mayor DMO presentó. Adicionalmente, la mayor producción de gas a las 24h fue la que se presentó en MEZ, así como la mayor Gmax. A pesar de que los contenidos lignocelulósicos, así como de FDN en MEZ fueron de los más altos, su degradación fue más alta que la obtenida en los aditivos con altos contenidos de grasa. Presumiblemente los contenidos de grasa si mostraron efecto negativo en los microorganismos celulolíticos. La presencia de altos contenidos de grasa muestra efecto en las bacterias celulolíticas pero también afecta la presencia de protozoos (Morgavi *et al*., 2010). La defaunación de protozoos disminuye la digestión de fibra, y por lo tanto la producción de gas y la DMO. Aparentemente,

este hecho también afectó la tasa de producción de gas pero de manera inversa, ya que en los aditivos con mayor contenido de grasa se llega más rápido a la asíntota, debido a que la tasa de producción de gas es mayor. Lara *et al.* (2009) reportó que la mayor tasa de producción de gas se encontraba directamente relacionada con un mayor contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF), debido a que estos eran rápidamente degradables. Si bien es cierto que en este estudio no se evaluaron los CNF, si es cierto que la fracción de complejos lignocelulósicos es mayor en MEZ, y la fracción de minerales es mayor en CAL. Cuartas *et al.* (2015) encontraron resultados similares al fermentar distintas mezclas forrajeras *in vitro*, encontrando la tasa de producción más alta con la mezcla que presentó mayor contenido de lignina. Estos autores también reportaron que la menor producción de gas se obtuvo con el mismo tratamiento. No obstante, los tiempo de latencia fueron similares entre los diferentes aditivos ($P>0.05$), lo que indica que la adaptación de los microorganismos ruminales a la degradación de la MO, fue igual entre aditivos.

CONCLUSIONES

En conclusión, las semillas de GUA, MAH, así como la fruta de la calabacilla loca (CAL), presentan valores prometedores en la cinética de producción de gas que los pudiera colocar como posibles aditivos en la alimentación de rumiantes. Sin embargo, es recomendable elaborar dietas para ganado bovino con la inclusión de estas semillas y frutilla, para evaluar sus posibles efectos y la sinergia que se pudiera presentar con los demás ingredientes.

BIBLIOGRAFÍA

Alanis, G.M.G., González, Q.M.R., Mercado, H.R. 1998. Effect of cooking on the chemical and nutritional value of the Pithecellobium flexicaule (Bent) seed]. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 48(4):328-33.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 12th edition association of oficial analytical chemists. Washington, D.C. USA. 1930 pp.

Berry, J.W., Weber, C.W., Dreher, M.L., Bemis, W.P. 1976. Chemical composition of buffalo gourd, a potential food source. Journal of Food Science. 41(2): 465-466.

Cabiddu, A., Salis, L., Tweed, J.K., Molle, G., Decandia, M. & Lee, M.R., 2010. The influence of plant polyphenols on lipolysis and biohydrogenation in dried forages at different phenological stages: in vitro study. J. Sci. Food Agric. 90, 829-835.

Cuartas, C.C.A., Naranjo, R.J.F., Tarazona, M.A.M., Barahona, R.R., Riverra, H.J.E., Arenas, S.F.A., Correa, L.G.A. 2015. Valor nutritivo y cinética de fermentación in vitro de mezclas forrajeras utilizadas en sistemas silvopastoriles intensivos. Zootecnia Tropical. 33(4): 295-306

Doreau, M., Ferlay, A. 1995. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: a review. Livestock Production Science, 43, 97-110.

Gautier-Hion, A., Duplantier, J.M., Quris, R. Feer, F., Sourd, C., Decous, J.P., Dubost, G., Emmons, L.,Erard, C., Hecketsweiler, P., Moungazi, A., Roussilhon, C., Thiollay, J.M. 1985. Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. Oecologia. 65(3): 324-337.

Ipharraguerre, I.R., Clark, J.H. 2003. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. Journal of Dairy Science. 86(4): 1052-1073.

Lara, P.E., Canché, M.C, Magaña, H., Aguilar, E., Sanginés, J.R. 2009. Producción de gas in vitro y cinética de degradación de haría de forraje de morera (Morus alba) mezclada con maíz. Revista Cubana de Ciencia Animal. 43(3): 279-279.

Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A. y Steingass, H. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. Journal of Agricultural Science. 93 (1): 217-222.

Morgavi, D.P., Forano, E., Martin, C., Newbold, C.J. 2010. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. Animal 4: 1024-1036.

Murillo-Ortiz, M., Herrera-Torres, E., Corral-Luna, A., Pámanes-Carrasco, G. 2016. Effect of inclusion of graded level of water hyacinth on in vitro gas production kinetics and chemical composition of alfalfa hay based beef cattle diets. Indian Journal of Animal Research. DOI: 10.18805/ijar.11417

Parveen, I., Threadqill, M.D., Moorby, J.M. & Winters, A., 2010. Oxidative phenols in forage crops containing polyphenol oxidase enzymes. J. Agric. Food Chem. 58, 1371-1382.

Pasiecznik, N.M.F.P., Harris, P.J.C., Harsh, L.N., Cruz, G., Tewarri, J.C., Cadoret, K. & Maldonado, l.J., 2001. The Prosopis juliflora-Prosopis pallida Complex: a Monograph. HDRA.

Patra, A.K., Saxena, J. 2011. Explotation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. Journal of Science of Food and Agriculture. 91(1): 24-37.

Phelps, A. 1990. Nitrógeno no proteico. Agricultura de las Américas. 90:11-17.

Platt, S.G., Manning, P.R., Rainwater, T.R. 2014. Consumption of desert gourds by collared peccary suggests the fruit is not an ecological anachronism. The Southwestern Naturalist. 59(1): 141-144.

Rojas-Hernández, S., Olivarez-Pérez, J., Quiroz-Cardoso, F., Villa-Mancera, A., Cipriano-Salazar, M., Camacho-Díaz, L.M., Reynoso-Palomar, A. 2014. Diagnosis of the palatability of fruits of three fodder trees in ruminants. Ecosistemas y REcursos Agropecuarios. 3(7): 121-127.

SAS. 2003. SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst., Inc., Cary, N.C.

Schofield, P., Pitt, R.E., Pell, A.N. 1994. Kinetics of fibre digestion from in vitro gas production. Journal of Animal Science. 72:2980-2991.

Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., France, J. 1994. A simple gas production method a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology. 48(3-4): 185-197.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Method for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583-3597.

Wina, E., Muetzel, S., Becker, K. 2005. The impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant production--a review. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53(21): 8093-8105.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL, PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE GAS Y PRODUCCIÓN DE METANO *IN VITRO* AL INCLUIR *Leucaena leucocephala* EN DIETAS DE BOVINOS

Araiza Ponce Karina Aide[1], Murillo Ortiz Manuel[2], Pámanes Carrasco Gerardo Antonio[3], Carrete Carreón Francisco Oscar[2], Reyes Estrada Osvaldo[2].

[1]Alumna de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Forestales de la UJED. [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5. Durango, Dgo, México. [3]Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Boulevard del Guadiana #501, Ciudad Universitaria. Durango, Dgo. México. karii_araiza@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad de la producción ganadera exige el uso y la evaluación de estrategias tendientes a incrementar la eficiencia energética, reducir su impacto ambiental y aumentar su contribución hacia la seguridad alimentaria (Chará *et al.*, 2011). Los sistemas silvopastoriles han demostrado un gran potencial para la producción de carne y leche al incrementar la eficiencia energética, además de otorgar beneficios ambientales en términos de biodiversidad, disponibilidad de agua, captación de carbono, así como la reducción de gases de efecto invernadero (Calle *et al.*, 2013). Recientemente, los sistemas intensivos silvopastoriles se han convertido en herramientas de manejo intensivo del forraje de leguminosas como la *Leucaena leucocephala,* en combinación con pastos bajo sistemas de pastoreo rotacional (Chará et al., 2011). Diversos estudios han reportado calidad nutricional y palatabilidad aceptables en variedades de *L. leucocephala* cuando se suministró como forraje en zonas tropicales (Verdecia *et al.,* 2012). Sin embargo, el uso de variedades endémicas de zonas áridas y semiáridas de México en la alimentación de ganado es escaso y esta poco estudiado (Quero *et al.,* 2014). Por otro lado, *L. leucocephala* contiene metabolitos secundarios que modifican los patrones de fermentación ruminal, además de tener efecto sobre las poblaciones de microorganismos ruminales (Galindo *et al*., 2008, Piñeiro-Vázquez *et al*., 2015). Se sabe que la fermentación ruminal es una fuente importante de gases de efecto invernadero y representa pérdidas de energía del 2 al 12% de la energía bruta de la dieta (Johnson y Johnson, 1995). La metanogénesis en el rumen es un proceso asociado con la presencia de microorganismos metanogénicos y depende de las interacciones complejas con otras poblaciones microbianas (bacterias, hongos y protozoos), dietas, metabolitos secundarios y factores fermentativos intrínsecos de los animales, tales como tiempo de retención ruminal y la eficiencia alimenticia del animal (Morgavi *et al*., 2010). Con base en todo lo anterior, el objetivo del presente trabajo

fue evaluar bajo condiciones *in vitro,* la inclusión de *L. leucocephala* en dietas de bovinos sobre la composición nutricional y los parámetros de producción de gas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Las plantas de *L. leucocephala* se recolectaron al azar en el mes de octubre de 2017 en el área agrícola de la FMVZ-UJED. Las plantas recolectadas tenían una longitud promedio de 1 m y a cada una se les retiró el follaje manualmente. Para su conservación, las hojas se secaron en una estufa de aire forzado a 55°C durante 48 horas y se molieron en un molino de cuchillas (Thomas-Wiley Miller Lab, Model 4) con malla de 1 mm. Se evaluaron dos niveles de inclusión de *L. leucocephala* (0 y 15%) en dietas con relaciones de 50% forraje y 50% concentrado. La composición de los tratamientos experimentales se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Composición de los tratamientos experimentales

	Tratamientos	
Ingredientes (% MS)	T1	T2
Heno de alfalfa	50	35
Leucaena leucocephala	0	15
Maíz molido	30	30
Harinolina	19	19
Minerales	1	1

Análisis químicos

Los ingredientes de las dietas se mezclaron e inmediatamente se tomaron muestras por el método de cuarteo, cada uno de los tratamientos se evaluó por triplicado y se determinó: el contenido de materia seca (MS), cenizas (C), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y materia orgánica (MO) por métodos descritos por la AOAC (1995). Además, los contenidos de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), hemicelulosa y lignina se determinaron con la metodología propuesta por Goering y Van Soest (1970). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y la materia orgánica (DIVMO) se analizó por la técnica propuesta por ANKOM (2008). Todos los análisis se realizaron por triplicado. Adicionalmente, el contenido de compuestos fenólicos totales (CFT) se determinó mediante colorimetría y se utilizó la técnica propuesta por Heimler *et al.* (2005).

Producción de gas *in vitro*

Para determinar la producción de gas *in vitro* de cada dieta, se utilizó el sistema semi-automatizado (ANKOM, 2008) y el procedimiento propuesto por Theodorou *et al*. (1994). El

inóculo ruminal se obtuvo de dos novillos Brangus fistulados de rumen y alimentados con una dieta compuesta por ensilado de maíz-concentrado en una relación 50:50. Aproximadamente 1 g de cada tratamiento fue incubado por triplicado en tres corridas, con 120 ml de líquido ruminal y saliva artificial en una relación 1:2. Los cambios en la presión fueron registrados a las 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas de fermentación. Para la estimación de los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* se utilizó el modelo de Gompertz (Schofield *et al.*, 2000):

PG= A *exp[-Lag*exp(-kd*t)]

Dónde: PG= Producción acumulativa de gas al tiempo (ml/g MS); A= Máxima producción de gas (ml/ g MS); kd= Tasa constante de producción de gas (%/h); Lag= Fase de latencia (h). Se evaluó la composición de la fracción gaseosa para determinar el contenido de metano y dióxido de carbono a las 24 h de incubación, se utilizó un analizador de gas portátil LANDTEC modelo GEM^{TM}5000 siguiendo el procedimiento establecido por el fabricante (LANDTEC, 2016).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron con un diseño completamente al azar usando el procedimiento GLM de SAS® (2003). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey y se declaró un nivel de significancia con una $P<0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestra la composición química de los tratamientos experimentales. Como se observa, no hubo diferencias entre tratamientos en el contenido de MO ($P>0.05$). No obstante, los contenidos de PC y EE fueron diferentes entre tratamientos ($P<0.05$). Los resultados mostrados en la PC muestran valores superiores al contenido mínimo requerido (7%) para propiciar una actividad microbiana eficiente en el rumen (Phelps, 1990). Un efecto similar se observó en el incremento del EE. Estos resultados se explican a partir de los contenidos de PC y EE aportada por *L. leucocephala* (Molina *et al.*, 2013). Asimismo, se observaron diferencias en los contenidos de FDA, celulosa y CFT entre tratamientos ($P<0.05$). La reducción de celulosa se puede atribuir a la poca madurez de la planta de *L. leucocephala*, lo que afecta de manera directa los contenidos de FDA (Petit *et al.,* 2011, Verdecia *et al.,* 2012). Por otro lado, la cantidad de CFT triplicó su valor en T2, dicho valor es superior al reportado por Sosa *et al.* (2004); estos investigadores evaluaron hojas de *L. leucocephala* nativa de zonas tropicales, lo que sugiere que la variedad utilizada en este estudio presenta una mayor producción de compuestos fenólicos. A pesar del incremento en la cantidad de CFT la inclusión de *L. leucocephala* no mostró efecto alguno en la digestibilidad. Los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* de los tratamientos evaluados se muestran en la Tabla 3. La máxima

producción de gas (A) fue diferente entre tratamientos (P<0.05), la cual incrementó 23.1% con la inclusión de *L. leucocephala*. El aumento en la producción máxima de gas en T2, se puede atribuir a un menor aporte de FDA, una mayor cantidad de compuestos solubles, así como al incremento en la proteína, puesto que ambos componentes nutricionales aportan la energía y la proteína necesaria para el adecuado crecimiento de los microorganismos y como consecuencia la fermentación ruminal es más eficiente (Hamid *et al.,* 2007). Galindo *et al.,* (2008) reportaron que la inclusión de *L. leucocephala* a la dieta de bovinos, mostró un efecto positivo en la población de microorganismos celulolíticos, lo cual sugiere un incremento en la digestibilidad, y por lo tanto en la producción de gas. De igual manera, la tasa constante de producción de gas (Kd) mostró diferencias entre tratamientos (P<0.05), al disminuir con la incorporación de *L. leucocephala* a la dieta, esta reducción en el parámetro kd se puede atribuir a la acción de los compuestos fenólicos, ya que imponen barreras químicas a la digestión (Rodríguez *et al*., 2010). Sin embargo, a pesar de que hay una disminución en la kd, la producción máxima de gas se incrementa con la adición de L. leucocephala. Sin embargo, no se observaron diferencias entre tratamientos en la fase de retraso (Lag) (P>0.05).

Tabla 2. Composición química de los tratamientos experimentales (%, MS)

	T1	T2	EEM
MO	92.4 ± 0.13	92.3 ± 0.23	0.19
PC	17.9 ± 0.17^{b}	21.0 ± 0.26^{a}	0.21
EE	3.5 ± 0.28^{b}	4.7 ± 0.23^{a}	0.25
FDN	34.3 ± 2.06	37.6 ± 0.39	1.48
FDA	17.9 ± 0.1^{a}	16.0 ± 0.09^{b}	0.05
Hemicelulosa	16.4 ± 2.05	21.6 ± 0.49	1.49
Celulosa	13.5 ± 0.01^{a}	11.8 ± 0.04^{b}	0.03
Lignina	4.0 ± 0.02	3.9 ± 0.06	0.05
DIVMS	63.5 ± 0.55	63.5 ± 0.22	0.42
CFT (mg/g MS)	44.9 ± 2.20^{b}	137.2 ± 9.61^{a}	6.97

MO: materia orgánica; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; FDN: fibra detergente neutra; FDA: fibra detergente acida; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca; CFT: Compuestos Fenólicos Totales; EEM: Error Estándar de la diferencia entre medias.

Tabla 3. Parámetros de producción de gas *in vitro* de los tratamientos experimentales

	Tratamientos		
	T1	T2	EEM
A (ml/g MS)	121.26 ± 1.472^{b}	157.86 ± 0.895^{a}	1.21
kd (%/h)	0.15 ± 0.001^{a}	0.11 ± 0.002^{b}	0.00
Lag (h)	2.40 ± 0.081	2.36 ± 0.019	0.05

^{ab}Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (P<0.05). EEM= Error estándar de la diferencia entre medias. A= máxima producción de gas; kd= Tasa constante de producción de gas; Lag= Fase de latencia.

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos en la fermentación *in vitro* a las 24 h. El volumen de gas fue diferente entre tratamientos (P<0.05). La mayor producción de gas se registró en T2, con un aumento de 15.3% con respecto a T1. La producción de metano y dióxido de carbono también fueron diferentes (P<0.05), al incrementar en 15.6% y 17.2%, respectivamente en T2. Los incrementos en la producción de gas se ven reflejados en la PG_{24}. Así mismo, un incremento en la digestibilidad sugiere un aumento en las producciones de CH_4 y CO_2, así como lo afirman diversos estudios (Jayanegara *et al.,* 2011, Meale *et al*., 2012). Sin embargo, Soltan et al. (2013) en un estudio *in vivo* registraron un 14% en la reducción de CH_4 al incluir 35% de *L. leucocephala* en dietas de ovinos, este resultado se puede atribuir a una mayor concentración de taninos en la dieta. La relación CO_2/CH_4 fue diferente entre los tratamientos (P<0.05), la mayor relación CO_2/CH_4 se observa en T2 y refleja una reducción en las proporciones de CH_4 producido con respecto a la producción de CO_2. Estos cambios representan una disminución en la producción de CH_4 ruminal debido a la inclusión de *L. leucocephala.* De hecho, Almaraz *et al.* (2012) afirman que la presencia de compuestos fenólicos en el forraje tiene un efecto negativo en la producción de CH_4. En este estudio, la presencia de compuestos fenólicos totales se incrementó aproximadamente en un 300%. Estudios realizados por Galindo *et al*. (2008) demostraron que *L. leucocephala* reduce la población de metanógenos sin comprometer la microbiota responsable de fermentar la fibra. Lo anterior coincide con lo reportado por Piñeiro-Vázquez *et al.* (2015), que establece que los taninos presentes en la *L. leucocephala* son capaces de reducir la población de protozoos y microorganismos metanogénicos del rumen. A pesar de que no se llevó a cabo un análisis de taninos en las dietas, es un hecho que los CFT si se ven incrementados con la inclusión de *L. leucocephala*.

Tabla 4. Producción de gas *in vitro*, metano y dióxido de carbono los tratamientos experimentales.

	Tratamientos		
	T1	T2	EEM
PG_{24} (ml/g MS)	103.3 ± 0.33[b]	122.0 ± 1.46[a]	1.05
CH_4 (ml/g MS)	9.6 ± 0.03[b]	11.1 ± 0.35[a]	0.08
CO_2 (ml/g MS)	93.0 ± 0.30[b]	109.0 ± 0.28[a]	0.94
CO_2/CH_4	9.67 ± 0.0008[b]	9.81±0.0002[a]	0.000001

[ab]Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa (P<0.05), PG_{24}= producción de gas a las 24h, CH_4= Producción de metano (ml/g MS), CO_2= Producción de dióxido de carbono (ml/g MS), EEM= Error estándar de la diferencia entre medias.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la adición de *L. leucocephala* en un 15% a la fracción forrajera, representa una alternativa viable para la alimentación de ganado, ya que mejora la calidad nutricional de la dieta al incrementar el contenido de proteína y la producción de gas *in vitro*. Además, la presencia de compuestos fenólicos reduce la proporción de metano producido durante la fermentación ruminal *in vitro*, lo que lo convierte en una virtual alternativa sostenible para la alimentación de bovinos en engorda.

BIBLIOGRAFÍA

Almaraz I., Losada H., Cortés J., Vargas J., Miranda L., Sánchez J. (2012). Producción de gas in vitro de desechos de verduras usados para alimentar vacas lecheras. Livestock Research for Rural Development, 24 (8), Article #132. Retrieved May 19, 2018, from http://www.lrrd.org/lrrd24/8/alma24132.htm.

ANKOM. Technology. (2008). Procedures for Fiber and *in vitro* Analysis.

AOAC (1995). Official Methods of Analysis. 12th edition association of oficial analytical chemists. Washington, D.C. USA. 1930 pp.

Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J., Molina, C. H., Zuluaga, A. F. and Calle, A. (2013). A strategy for scaling-up Intensive Silvopastoral Systems in Colombia. Journal of Sustainable Forestry, 32(7), 677-693.

Chará, J. D., Girado, C., Zuliaga, A. F. and Murgueitio, E. (2011). Ganadería colombiana sostenible: Mainstreaming biodiversity in sustainable cattle ranching. Bogotá - Colombia: Fundación - Cipavi.

Galindo J., González N., Delgado D., Sosa A., Marrero Y., González R., Aldana A. I., Moreira O. (2008). Efecto modulador de Leucaena leucocephala sobre la microbiota ruminal. Zootecnia Tropical, 26(3): 249-252.

Goering, H. K. y Van Soest. (1970). Forage fiber analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications). USDA-ARS Agricultural Handbook 379. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.

Hamid P., Akbar T., Hossein J., Ali M. G. (2007). Nutrient Digestibility and Gas Production of Some Tropical Feeds Used in Ruminant Diets Estimated by the in vivo and in vitro Gas Production Techniques. American Journal of Animal and Veterinary Sciences 2 (4): 108-113.

Heimler D., Vignoloni P., Dini M. G., Romani A. (2005). Rapid Tests to Assess the Antioxidant Activity of Phaseolus vulgaris L. Dry Beans. Journal of Agricultural and Food Chemistry., 53: 3053-3056.

Jayanegara A., Wina E., Soliva C. R., Marquardt S., Kreuzer M., Leiber F. (2011). Dependence of forage quality and methanogenic potential of tropical plants on their phenolic fractions as determined by principal component analysis. Animal Feed Science and Technology, 163 (2-4):231-243.

Johnson, K. A. y Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. Journal of Animal Science, 73(8), 2483-2492.

LANDTEC. (2016). GEM5000 Gas Analyzer Operating Manual. 70 p.

Meale S. J., Chaves A. V., Baah J., McAllister T. A. (2012). Methane Production of Different Forages in In vitro Ruminal Fermentation. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25(1):86-91.

Molina Botero I.C., Cantet J.M., Montoya S., Correa Londoño G.A., Barahona Rosales R. (2013). Producción de metano *in vitro* de dos gramíneas tropicales solas y mezcladas con *Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 8(2):15-31.

Morgavi, D. P., Forano, E., Martin, C., Newbold, C. J. (2010). Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. Animal, 4(7), 1024-1036.

Petit J., Uribe G., Casanova F., Solorio F., Ramírez L. (2011). Chemical composition and fodder yield of *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* and *Moringa oleifera* intercropping and monoculture in Yucatán, México. Revista Forestal Latinoamericana, 26 (2): 35-65.

Phelps, A. (1990). Nitrógeno no proteico. Agricultura de las Américas. 90:11-17.

Piñeiro-Vázquez A. T., Canul-Solís J. R., Alayón-Gamboa J. A., Chay-Canul A. J., Ayala-Burgos A. J., Aguilar-Pérez C. F., Solorio-Sánchez F. J., Ku- Vera J. C. (2015). Potential of condensed tannins

for the reduction of emissions of enteric methane and their effect on ruminant productivity. Archivos de medicina veterinaria. 47:263-272.

Quero-Carrillo A. R., Miranda-Jiménez, L., Hernandez-Guzman F. J. (2014). *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en Mexico, bases para su utilizacion en la alimentacion de rumiantes. Folleto tecnico. Colegio de Postgraduados. 32 p.

Rodríguez M., C., Aguirre, E., Salvador, F., Ruiz, O., Arzola, C., La O, O., 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 ,44(3):251-259.

SAS. (2003). SAS User´s Guide (Release 9.1): SAS Inst., Inc., Cary, N.C.

Schofield P. (2000). Gas Production Methods. Farm Animal Metabolism and Nutrition. Wallingford, U. K. CAB International. 450 p.

Sosa R., E. E., Pérez R. D., Ortega R., L., Zapata B., G. (2004). Tropical trees and shrubs forage potential for sheep feeding. Técnica Pecuaria en México., 42(2):129-144.

Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B., France, J. (1994). A simple gas production method a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology. 48: 185-197.

Verdecia, D. M., Herrera, H., Ramírez, J. L., Leonard, I., Álvarez, Y., Bazán, Y., Arceo Y., Bodas, R., Andrés, S., Álvarez, J., Giráldez, F., López, S. (2012). Leucaena leucocephala's nutritive value, with emphasis on the content of the secondary metabolites. Revista Electrónica de Veterinaria, 13 (11): 1-10.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE SOCA DE SORGO EN CAPRINOS

Patricia Rivera Salmerón, J. Santos Serrato Corona y Héctor Donaciano García Sánchez

Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango
Carretera Gómez Palacio - Tlahualilo, Dgo km 35 Ej. Venecia, Dgo. Mex.
paty_rivera_88@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes en la alimentación del ganado caprino es la baja disponibilidad de forraje por lo que los productores se ven obligados a utilizar los residuos de cosecha y forrajes nativos cuya calidad nutritiva es baja (Escareño *et al*., 2011). El déficit de alimentos se agudiza en invierno e inicios de primavera lo que genera pérdidas de peso, disminuciones en la producción de leche e incluso se incrementan los índices de mortalidad, lo cual obliga a la búsqueda de alimentos que puedan ser útiles para los rumiantes. Males (1987) reporta que en los residuos de cosecha es común encontrar menos de 6% de proteína, más de 60 % de FND y más de 40 % de FAD, por lo que el consumo y la digestibilidad de estos materiales es menor a 55 %. El consumo de materia seca de pequeños rumiantes en pastoreo está limitada por la capacidad del rumen y la tasa de desaparición de la materia seca en este órgano (Lu *et al*., 2005). La suplementación estratégica puede incrementar la supervivencia del ganado, reducir perdidas de peso y condición corporal durante crisis forrajeras. La suplementación proteica es necesaria para incrementar el consumo y la digestibilidad de los forrajes de baja calidad (Soto y Reinoso, 2007). La utilización de subproductos agroindustriales en los programas de suplementación permiten disminuir los costos de producción, y aportar nutrientes para el ganado (Cuesta y Conde, 2002). Oviedo *et al*. (2011) reportaron incrementos de peso al evaluar el efecto de la suplementación con semilla de algodón y melaza durante la época seca, además de incrementar los ingresos netos. Se concluyó que el suplemento disminuyó el efecto negativo de la época seca sobre la ganancia de peso, además, de ser una alternativa económicamente viable. Sin embargo, la información científica sobre el uso de subproductos agroindustriales en la dieta de caprinos es muy limitada por lo que se realizó un estudio para evaluar el efecto de diferentes subproductos agroindustriales sobre la digestibilidad de soca de sorgo en cabras en crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las postas caprinas de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango en el ejido Venecia, Durango, ubicado en el km. 35 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo. 25º46'56" Latitud N; 103º21'02" Longitud W (INEGI, 2016). El periodo experimental duró 40 días. Se utilizaron 16 cabras en crecimiento con un peso promedio de 12 kg, las cuales permanecieron en confinamiento durante todo el periodo experimental en corraletas individuales. Las cabras se asignaron aleatoriamente a uno de cuatro tratamientos en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, a los cuatro grupos se les ofreció soca de sorgo como dieta base al 2.2% de su peso vivo. La soca de sorgo y los suplementos se ofrecieron de forma individual diariamente a las 07:00 h. El consumo de soca de sorgo se determinó ofreciendo un excedente del 10% al consumo del día anterior pesando el alimento ofrecido y rechazado diariamente. Los tratamientos consistieron en ofrecer 4 diferentes suplementos incluyendo subproductos agroindustriales en un 30% del suplemento (Cuadro 1). El grupo control (CON) con 30% de harina de soya, el segundo (GSD) 30% de grano seco de destilería, el tercero (GMA) con 30% de gluten de maíz, y el cuarto (ATR) 30% de acemite de trigo, los suplementos se ofrecieron al 0.8% del peso vivo.

Cuadro 1. Ingredientes utilizados en la elaboración de los suplementos y composición química.

	Tratamiento[1]			
Ingrediente %	CON	GSD	GMA	ATR
Harina de soya	30			
Grano seco de destilería		30		
Gluten de maíz			30	
Acemite de trigo				30
Melaza de caña de azúcar	15	15	15	15
Urea	0.5	2.9	2.7	3
Cascarilla de soya	27	27	27	27
Sorgo rolado	27.5	25.1	25.3	25
Aportes de nutrientes				
Energía, Mcal ED	3.56	3.50	3.47	3.27
Proteína, %	21.71	21.77	21.81	21.15
Costo, Kg	$4.53	$3.87	$5.97	$3.67
Costo/animal/día	$1.45	$1.24	$1.91	$1.17

[1]Tratamiento: CON= 30% de soya; GSD= 30% de grano seco de destilería; GMA= 30% de gluten de maíz; ATR= 30% de acemite de trigo.

El cambio de peso corporal se determinó pesando las cabras dos días consecutivos a la misma hora al inicio y al final del periodo experimental. En los últimos 5 días del periodo

experimental se determinó la digestibilidad aparente de los nutrientes de la soca de sorgo, la cual se determinó utilizando la técnica de recolección total de heces y orina, utilizando bolsas recolectoras con arneses. Las bolsas recolectoras se recubrieron internamente con bolsas de plástico para evitar la pérdida de orina por filtración. Los muestreos se realizaron cada 12 horas, se registró la producción total de heces y se tomó una sub-muestra del 10% del peso total, dichas sub-muestras se almacenaron en congelación a una temperatura de -20 ºC. Para realizar los análisis de materia seca, cenizas, FAD, FND y proteína, se elaboraron muestras compuestas por cabra y por tratamiento. Las variables de consumo de alimento, cambio de peso vivo y digestibilidad de los nutrientes de la soca de sorgo se analizaron mediante un análisis de varianza de acuerdo con un diseño completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cambio de peso vivo fue similar entre tratamientos (P = 0.35), se evidenció que la harina de soya puede ser sustituida por los subproductos agroindustriales sin detrimento de la respuesta animal. Las cabras que mostraron una mayor ganancia de peso fueron las del tratamiento GMA registrando una ganancia diaria de 80.83 g, seguido por el CON con una ganancia de 77.50 g, ATR ganancia de 64.17 g y GSD 51.67 g. Coincidiendo con Soto y Reynoso (2007) ya que al suplementar con proteína se reducen las pérdidas de peso o en este caso se obtienen ganancias de peso al aumentar el consumo y la digestibilidad del forraje de baja calidad.

El consumo de materia seca no mostró diferencia significativa (P = 0.90) entre los tratamientos. Como se muestra en el Cuadro 2 el tratamiento que registro numéricamente mayor consumo de MS fue el CON, seguido del ATR, GSD, GMA, respectivamente. Estos resultados indican que se puede sustituir la harina de soya por subproductos agroindustriales sin comprometer la productividad del animal. Se observa que el consumo, excreción y retención de MS, FAD, FND no fue diferente entre tratamientos. Sin embargo, la excreción de MO fue mayor en las cabras del grupo CON (P = 0.05). La excreción de proteína también fue mayor en las cabras del grupo CON (P = 0.03) como se aprecia en el Cuadro 2. Aunque no hubo diferencias entre tratamientos numéricamente las mayores retenciones de los diferentes componentes de la ración se obtuvieron en las cabras que recibieron GSD. En un trabajo realizado por Rodríguez *et al*. (2013) se midió el efecto de la fuente de materia prima utilizada en la suplementación de rumiantes, suplemento 1 (harina de soya + harina de maíz), suplemento 2 (harina de soya + salvado de trigo) y suplemento 3 (granos de destilería), donde tampoco hubo diferencias en los consumos de MS entre tratamientos. Carvhalo *et al*. (2003)

comparo el efecto de varios suplementos entre los que destacan el gluten de maíz y los granos secos de destilería donde la digestibilidad de los diferentes componentes de la dieta fueron similares entre tratamientos, solo hubo diferencia lineal conforme se aumentaba el nivel del suplemento pero fue en todos los tratamientos.

Cuadro 2. Retención de los diferentes componentes en la dieta en cabras suplementadas con tres subproductos agroindustriales y alimentadas con soca de sorgo.

Concepto	Tratamiento[1]				P
	CON	GSD	GMA	ATR	
Consumido (g)					
MS	489.59	458.61	448.12	478.14	0.90
MO	443.39	416.54	407.29	433.91	0.91
FND	296.23	272.44	263.81	286.71	0.81
FAD	201.58	188.78	185.62	195.46	0.91
Proteína	32.30	32.19	30.64	33.00	0.97
Excretado (g)					
MS	272.29	213.69	237.35	253.40	0.26
MO	201.71[a]	160.52[b]	176.97[ab]	181.79[ab]	0.05
FND	151.37	120.43	133.31	144.89	0.44
FAD	118.58	90.16	106.26	117.07	0.37
Proteína	9.40[a]	5.38[b]	8.10[a]	7.42[ab]	0.03
Retención (g)					
MS	217.30	244.92	210.78	224.74	0.94
MO	241.69	256.02	230.32	252.12	0.95
FND	144.87	152.01	130.50	141.82	0.93
FAD	83.00	98.63	79.36	78.39	0.84
Proteína	22.90	26.81	22.54	25.57	0.78

[1]Tratamiento: CON= 30% de soya; GSD= 30% de grano seco de destilería; GMA= 30% de gluten de maíz; ATR= 30% de acemite de trigo.
[abc] hileras con literales diferentes, difieren a la probabilidad indicada.

CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos se concluye que es factible sustituir la harina de soya por diferentes subproductos agroindustriales como grano seco de destilería, gluten de maíz o acemite de trigo para suplementar cabras en crecimiento sin afectar el consumo y ganancia de peso al ofrecer un forraje de baja calidad.

BIBLIOGRAFÍA

Carvalho, L., Melo, D., Pereira, C., Rodrigues, M., Cabrita, A. y Fonseca, A. 2004. Chemical composition, in vivo digestibility, N degradability and enzymatic intestinal digestibility of five protein supplements. Animal Feed Science and Technology 119 (2005) 171–178

Cuesta, A. y Conde, A. 2002. Potencial de subproductos agroindustriales y su mejoramiento a través de tratamientos químicos. Zoo Ciencia. Revista de Divulgación Técnica y Científica de Zootecnia Año 1 Volumen 1. p.1-4

Escareño, S. L., Wurzinger, M., Pastor, L. F., Salinas, H., Sölkner, J. e Iñiguez, L. 2011. La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 17(SPE.), 235-246.

INEGI. 2016. Google earth plus (Plataforma Geoespacial).

Lu, C. D.; Kawas, J. R.; Mahgoub, O. G. 2005. Fibre digestion and utilization in goats. Small Ruminant Res., v. 60, p. 45-52. 2005.

Males, J. R. 1987. Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle. J. Anim. Sci. 65:1124.

Oviedo, C., Pastrana, Á., Maza, L., Salgado, R., & Vergara, O. (2011). Suplementación de terneras lactantes doble propósito en la época seca en el valle medio del Sinú, Colombia. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(1): 57 - 62, 2011

Rodríguez D., Tuero O. y Sarduy L. 2013. Fuentes de materias primas en el concentrado para evaluar el comportamiento productivo de toros mestizos Holstein alimentados con forraje de caña de azúcar. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 47, Número 1, 2013

Soto, C. y Reinoso, V. 2007. Suplementación proteica en ganado de carne. Rev. Soc. Vet. del Uruguay (Montevideo). 42(167):27-34.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO AMONIACAL Y UREICO EN CABRAS ALIMENTADAS CON SOCA DE SORGO

Patricia Rivera Salmerón, J. Santos Serrato Corona y Héctor Donaciano García Sánchez

Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango
Carretera Gómez Palacio - Tlahualilo, Dgo km 35 Ej. Venecia, Dgo. Mex.
paty_rivera_88@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes en la alimentación del ganado caprino es la baja disponibilidad de forraje por lo que los productores se ven obligados a utilizar los residuos de cosecha y forrajes nativos de baja calidad nutritiva (Escareño *et al*., 2011). La escasez de alimentos se agudiza en invierno e inicios de primavera provocando pérdidas de peso, disminución en la producción de leche e incluso una mayor moralidad del ganado, lo cual obliga a la búsqueda de nuevas alternativas alimenticias económica y nutricionalmente factibles. Males (1987) reporta que los residuos de cosecha comúnmente contienen menos de 6% de Proteína, más de 60 % de FND y más de 40 % de FAD, por lo que el consumo y la digestibilidad de estos materiales es menor a 55 %. La suplementación alimenticia en los rumiantes es una alternativa válida para corregir y mejorar la disponibilidad de los nutrientes limitantes, tanto para los procesos fermentativos en el rumen, como por su aporte para la digestión propia del animal (enzimática). Un nivel óptimo de nitrógeno en el ambiente ruminal tiende a favorecer un buen crecimiento microbiano, particularmente de las bacterias celulolíticas y a mejorar la degradación del componente fibroso del alimento (Zapata *et al*., 2004). Por lo que se realizó un estudio para evaluar el efecto de la suplementación con diferentes subproductos agroindustriales sobre la concentración de nitrógeno ureico y amoniacal en cabras en crecimiento alimentadas con un forraje de baja calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las postas caprinas de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicada en el ejido Venecia, Durango, en el km. 35 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Dgo. 25º46'56" Latitud N; 103º21'02" Longitud W (INEGI, 2016). El periodo experimental se inició el 1 de junio del 2017 y se terminó el 9 de julio del 2017. Se utilizaron 16 cabras en crecimiento con un peso promedio de 12 kg, las cuales permanecieron en confinamiento durante todo el periodo experimental en corraletas

individuales. Las cabras se asignaron aleatoriamente a uno de cuatro tratamientos en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, a los cuatro grupos se les ofreció soca de sorgo como dieta base al 2.2% de su peso vivo. La soca de sorgo y los suplementos se ofrecieron de forma individual diariamente a las 07:00 h. Los tratamientos consistieron en ofrecer 4 suplementos (Cuadro 1) elaborados con subproductos agroindustriales en un 30% del suplemento: el primero fue un control (CON) con 30% de harina de soya, el segundo (GSD) 30% de grano seco de destilería, el tercero (GMA) con 30% de gluten de maíz, y el cuarto (ATR) 30% de acemite de trigo, los suplementos se ofrecieron al 0.8% del peso vivo.

Cuadro 1. Ingredientes utilizados en la elaboración de los suplementos y composición química.

	Tratamiento[1]			
Ingrediente %	CON	GSD	GMA	ATR
Harina de soya	30			
Grano seco de destilería		30		
Gluten de maíz			30	
Acemite de trigo				30
Melaza de caña de azúcar	15	15	15	15
Urea	0.5	2.9	2.7	3
Cascarilla de soya	27	27	27	27
Sorgo rolado	27.5	25.1	25.3	25
Aportes de nutrientes				
Energía, Mcal ED	3.56	3.50	3.47	3.27
Proteína, %	21.71	21.77	21.81	21.15
Costo, Kg	$4.53	$3.87	$5.97	$3.67
Costo/animal/día	$1.45	$1.24	$1.91	$1.17

[1]Tratamiento: CON= 30% de soya; GSD= 30% de grano seco de destilería; GMA= 30% de gluten de maíz; ATR= 30% de acemite de trigo.

El último día del periodo experimental se realizó un muestreo de sangre mediante la punción de la vena yugular utilizando tubos con vacío de 7 ml de capacidad en tres cabras por tratamiento, la primera muestra se tomó antes de ofrecer el suplemento (0 h), las muestras restantes se obtuvieron a intervalos de 1.5 horas por seis horas después de haber consumido el suplemento (1.5, 3.0, 4.5 y 6 h). Las muestras se centrifugaron dentro de la primera hora post-colección a una velocidad de 3500 x g por 20 minutos a temperatura ambiente, se recolectó el suero y se almacenó a una temperatura de -20 ºC para posteriormente realizar la determinación de concentración de nitrógeno ureico por espectrofotometría.

En tres cabras por tratamiento se extrajeron 10 ml de líquido ruminal por medio de una sonda esofágica para determinar la concentración de nitrógeno amoniacal. Las muestras se

obtuvieron con intervalos de tiempo de 1.5 h por seis horas. La primera muestra se tomó antes de ofrecer el suplemento (0 h) y después de consumir el suplemento se tomaron a las 1.5, 3.0, 4.5 y 6.0 h. Las muestras se filtraron a través de una gasa con cuatro dobleces, el líquido se colocó en tubos cónicos de plástico de 15 ml, el cual se acidificó con 0.2 ml de ácido clorhídrico al 50%. Las muestras se almacenaron en congelación a -20 ºC hasta su posterior análisis.

Las variables concentración de nitrógeno amoniacal en liquido ruminal y de nitrógeno ureico en sangre se analizaron mediante un análisis en medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencia significativa entre tratamientos (P = 0.15) en cuanto a la concentración promedio de nitrógeno amoniacal en el líquido ruminal. Sin embargo, como se puede observar en la Figura 1 la mayor concentración de nitrógeno amoniacal se obtuvo en los tratamientos GSD y GMA con (5.44 $mg.dL^{-1}$), seguido por las cabras que recibieron el CON (4.19 $mg.dL^{-1)}$, mientras que las cabras del grupo ATR registraron la menor concentración (3.65 $mg.dL^{-1}$). Coincidiendo en lo encontrado por Sahin *et al*. (2013) quienes no encontraron diferencias entre tratamientos en la concentración de nitrógeno amoniacal al suplementar con varios niveles de granos secos de destilería en sustitución de la harina de soya. El NH_3 ruminal y la urea plasmática operan como indicadores de la ingesta nitrogenada y de la actividad ruminal. La concentración de nitrógeno amoniacal parece ser adecuada para la población microbiana del rumen de las cabras de los tratamientos GSD y GMA ya que varios autores sugieren como mínimo una concentración de nitrógeno amoniacal de 5.0 $mg.100\ ml^{-1}$. Sin embargo, valores más altos puede que sean necesarios para una óptima fermentación de los alimentos fibrosos; valores entre 5-8 $mg.100\ ml^{-1}$ son necesarios para la síntesis de proteína (Obispo, 2005). En la Figura 2 se muestra el comportamiento de la concentración de nitrógeno amoniacal en líquido ruminal a diferentes horas después de la suplementación. Se puede observar que a la hora 1.5 las cabras del grupo CON mostraron mayor concentración de NH_3 (P = 0.01) que las del grupo GSD y del grupo GMA (P = 0.04); al igual que el tratamiento ATR también fue diferente del tratamiento GSD (P = 0.01); a la hora 3.0 las cabras del CON mostraron mayor concentración de NH_3 (P = 0.001) que las del grupo GSD al igual que las cabras del tratamiento ATR mostraron mayor concentración de NH_3 (P = 0.0006) que las del tratamiento GSD y GMA (P = 0.02); a la hora 4.5 las cabras del tratamiento ATR mostraron mayor concentración (P = 0.01) que las del tratamiento GMA. En todas las cabras suplementadas la mayor concentración de nitrógeno amoniacal en líquido ruminal se observó a la hora 1.5, después de esa hora la concentración disminuyó.

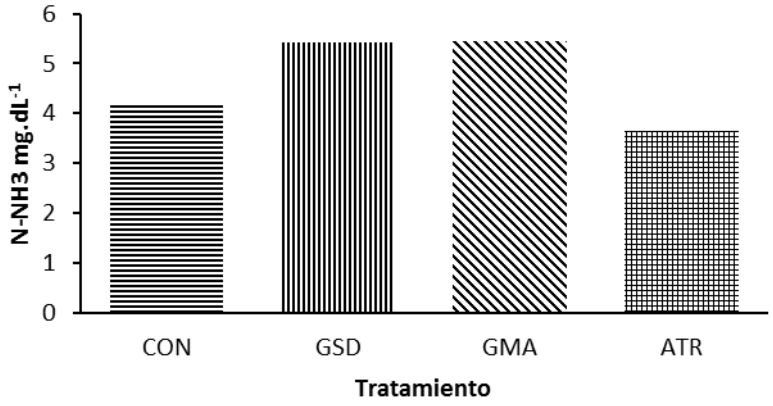


Figura 1. Concentración promedio de nitrógeno amoniacal de cabras en crecimiento suplementadas con tres subproductos agroindustriales y alimentadas con soca de sorgo.

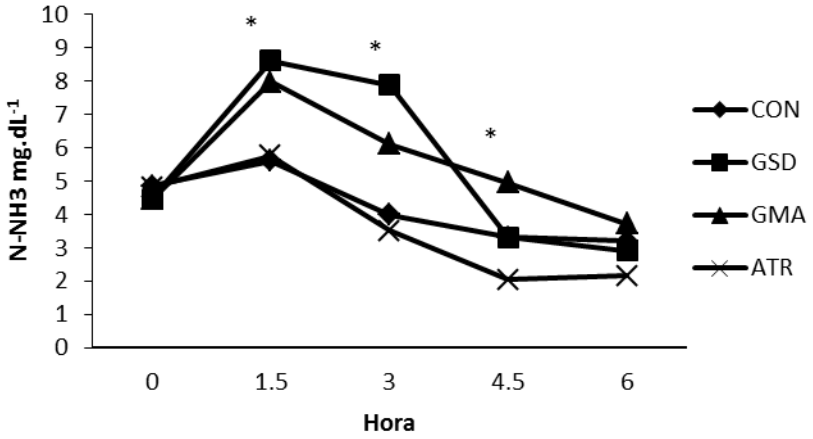


Figura 2. Expresión del Nitrógeno amoniacal en cabras suplementadas con tres subproductos agroindustriales y alimentadas con soca de sorgo.

En la Figura 3 se puede observar que no hubo diferencias entre tratamiento en la concentración de nitrógeno ureico (P = 0.53), sin embargo, las cabras que recibieron el CON mostraron una concentración de nitrógeno ureico mayor con un promedio de 16.88 $mg.dl^{-1}$, seguida por GMA con una concentración de 15.51 $mg.dl^{-1}$, el ATR con 15.04 $mg.dl^{-1}$ y por último el GSD con 13.30 $mg.dl^{-1}$. El NH_3 liberado en el rumen que no puede ser fijado por los microorganismos se absorbe al torrente sanguíneo siendo la mayor parte no utilizada por el animal y excretada en la orina (Pick, 2011). Los valores encontrados están dentro del rango fisiológico reportado por Dukes (1995) y Morros (1967) el cual es 13-28 $mg.dl^{-1}$ en caprinos. En la Figura 4 se presenta la concentración de nitrógeno ureico a diferentes horas posteriores a la suplementación, donde se observan diferencias en las concentraciones a la hora 3.0. Se

observa diferencias entre el tratamiento ATR con él CON (P = 0.01) y el GMA (P = 0.03). Algunos estudios realizados muestran una estrecha relación entre las concentraciones de amoniaco ruminal y las concentraciones de urea en sangre (Pardo *et al.,* 2008), sin embargo, como podemos observar las mayores concentraciones de N-NH_3 a la hora 3.0 fue en las cabras del tratamiento GSD y la concentración de N-ureico a la hora 3.0 se observó en el tratamiento CON.

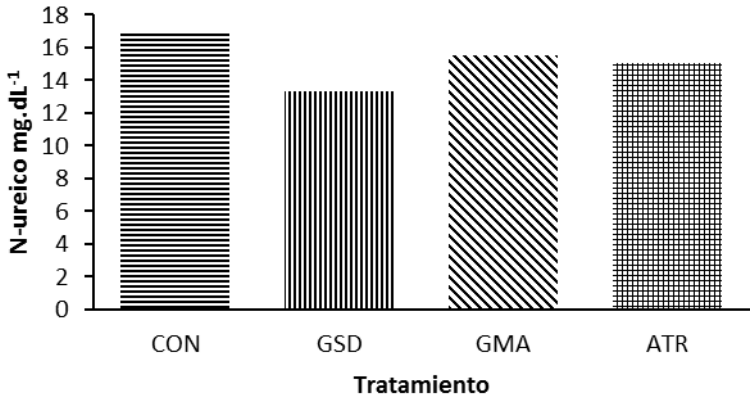


Figura 3. Concentración promedio de nitrógeno ureico de cabras en crecimiento suplementadas con tres subproductos agroindustriales y alimentadas con soca de sorgo.

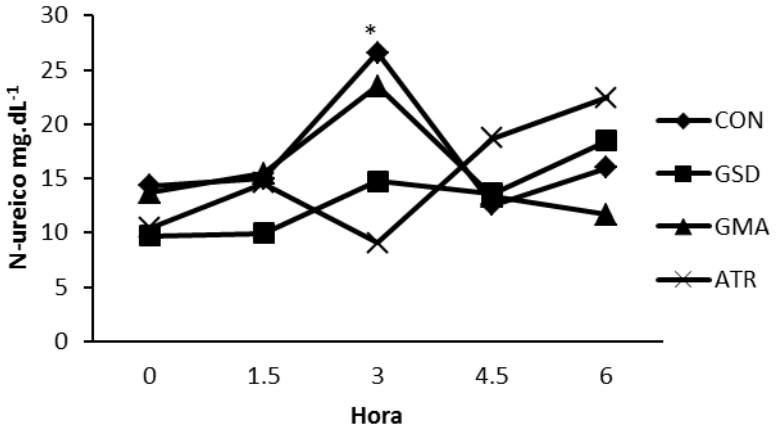


Figura 4. Expresión del Nitrógeno ureico de cabras en crecimiento suplementadas con tres subproductos agroindustriales y alimentadas con soca de sorgo.

CONCLUSIÓN

Los indicadores del metabolismo del nitrógeno sugieren que la suplementación con los distintos subproductos agroindustriales e incluso con la harina de soya fue muy limitante para los procesos fermentativos del rumen ya que los valores de nitrógeno amoniacal se mantuvieron

apenas en el rango inferior e incluso por debajo del rango necesario para los microorganismos del rumen.

BIBLIOGRAFÍA

Dukes, H. H. 1995. The Phsyology of domestic animals. 7th edition. Comstock publishing Associates. ITHACA, New York. P. 49

Escareño, S. L., Wurzinger, M., Pastor, L. F., Salinas, H., Sölkner, J. e Iñiguez, L. 2011. La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 17(SPE.), 235-246.

INEGI. 2016. Google earth plus (Plataforma Geoespacial).

Males, J. R. 1987. Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle. J. Anim. Sci. 65:1124.

Morros, S. J. 1967. Elementos de fisiología. 9ª edición. Editorial Científico-Medica. Madrid, España. P. 385.

Obispo, N. 2005. El uso de las fuentes de nitrógeno no proteico en rumiantes. Revista Digital CENIAP HOY Número 8, mayo-agosto 2005. Maracay, Aragua, Venezuela

Pardo, O., Carulla, J. E. y Hess, H. D. 2008. Efecto de la relación proteína y energía sobre los niveles de amonio ruminal y nitrógeno ureico en sangre y leche, de vacas doble propósito del piedemonte llanero, Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 21(3):387-397.

Pick, G. 2011. Utilización de nitrógeno no proteico en recría de bovinos. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/utilizacion-nitrogeno-no-proteico-recria-bovinos.pdf

Şahin, T., Kaya, Ö., Aksu, D. y Kaya, Í. 2013. Effects of dietary supplementation with distiller dried grain with solubles in growing lambs on growth, nutrient digestibility and rumen parameters. Revue Méd. Vét., 2013, 164, 4, 173-178.

Zapata, C., Obispo, N., Díaz, Y., Palma, J. y Gil, J. 2004. Efecto de la sustitución parcial de la proteína de la dieta por urea sobre el consumo voluntario de materia seca y respuesta productiva de corderos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), CENIAP – Producción Animal. Área universitaria UCV, Apdo. Postal 4653, Maracay estado Aragua, Venezuela. Zootecnia Tropical, Vol. 22, No. 1, pp. 29-48.

PREFERENCIA DE GLICERINA CRUDA DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL POR BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE

Rafael Jiménez Ocampo[1*] Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1], Lina Alejandra Sánchez Vázquez del Mercado[2], Luis Alonso Ibarra Pallán[2], Saúl Santana Espinoza[1]

[1]INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. *jimenez.rafael@inifap.gob.mx [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED km 11.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C.P. 34307.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se redujo la rentabilidad de la ganadería debido al incremento de las materias primas, mano de obra, fármacos, combustibles, volatilidad en el precio del ganado, importaciones de carne, entre otros (Jiménez *et al*., 2016). El gasto por concepto de alimentación en la cría de ganado bovino representa 60 % de los costos en sistemas de producción extensiva (pastoreo) y entre 70 a 80 % para ganado en sistemas intensivos (corral). Lo anterior, representa una oportunidad para buscar alternativas en la alimentación animal utilizando residuos agroindustriales y recientemente el uso de subproductos de la industria de biocombustibles líquidos, agregando valor a los residuos y favoreciendo la sustentabilidad de las nuevas opciones energéticas con opciones no convencionales para la alimentación animal (Drackley*,* 2010*).* La transesterificación de ácidos grasos llevada a cabo con metanol y un catalizador producen ésteres metílicos o biodiesel el cual es utilizado para la combustión de motores y un subproducto residual conocido como glicerol o glicerina cruda (GC) (Donking, 2008; Baroutian *et al*., 2010; Dussan *et al*., 2010; Kiss y Bildea, 2011; Ghitis, 2012; León, 2013). La GC es un líquido inodoro con viscosidad similar a la melaza, soluble en agua o en alcohol, su composición es variable de acuerdo con el origen de los ácidos grasos, los porcentajes de humedad varían entre 0.34 – 24,3; pH 3.99 – 9,28; con cantidades variables de metanol desde cero hasta 6,57 %; cenizas 0.01 – 7.12 %; ácidos grasos 0.02 – 34.8 %; energía neta 2,27 – 2.31 Mcal/kg de materia seca (Shröder, A. y Südekum K.H., 1999; Kerr *et al*., 2009) presenta un sabor dulce que le da cierta gustosidad (Galvani, 2015). Es precursor de glucosa a través del proceso de gluconeogénesis en el hígado (Schröder y Südekum, 1999) y puede seguir diferentes rutas metabólicas, entre ellas se destacan 13 % de la GC llega al intestino, de éste al riñón y se elimina en orina, el 44 % de la GC se fermenta a nivel del rumen por cuenta de las bacterias y por último un 43 % se absorbe directamente en rumen (Benítez, 2013). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la preferencia de GC residual por parte de ganado bovino, esta información será de utilidad para la industria del biodiesel y productores de ganado bovino que podrán contar con un alimento alternativo no convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las instalaciones del Campo Experimental Valle del Guadiana ubicado en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, en el municipio de Durango, Dgo. 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. El clima es templado-semiárido, con régimen de lluvias en verano y variación fuerte de la temperatura, con un promedio anual de 17.4 °C (García, 1987). Se utilizaron 35 bovinos machos F1 enteros de peso vivo promedio 300 kg mantenidos en condiciones de pastoreo en praderas perennes asociadas con leguminosas, a los bovinos se les ofrecieron cinco opciones diferentes: Glicerina cruda (GC); Melaza (M) y mezclas de Melaza:Glicerina (50:50); Melaza:Glicerina (25:75) y Melaza:Glicerina (75:25). Los ingredientes fueron ofrecidos en recipientes de tamaño y color uniformes, los cuales se colocaron de manera aleatoria cada día para evitar que los animales se acostumbraran a un determinado orden de las mezclas. Se ofrecieron 6 kilogramos por cada recipiente en un horario de 9:00 a 11:00 de la mañana, después de este tiempo se registró el peso del alimento sobrante. la fase de adaptación tuvo una duración de 15 días y la fase experimental 30 días. La glicerina cruda fue obtenida del proceso sintesis por medio de transesterificación de aceites residuales, metanol y como catalizador hidróxido de sodio. La glicerina obtenida del proceso fue caracterizada y se le determinó la materia seca (MS), proteína cruda (PC) con el método Kjeldahl (AOAC, 1994) materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN), cenizas (AOAC, 1990), energía, pH y macro y microminerales así como metanol residual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La glicerina cruda utilizada en el presente experimento fue caracterizada y presentó elevada cantidad de energía bruta (3,726.0 Kcal/g), un pH alcalino (10.1), no se encontró la presencia de metanol residual, la concentración de minerales se encuentran por debajo o dentro de los intervalos requeridos por los bovinos de acuerdo con la National Research Council (NRC 2000), por lo tanto de acuerdo a la oferta del producto podría ser considerado como un ingrediente en la formulación de raciones sin riesgo para su uso en la alimentación del ganado y con buena aceptación. En el cuadro 1 se presentan las características químicas nutritivas.

Cuadro 1. Características químicas de la Glicerina Residual utilizada en la prueba de cafetería.

Característica	Contenido	Característica	Contenido
Materia seca	71.34 %	Calcio	0.01 %
Materia orgánica	90.1 %	Magnesio	0.0016 %
Grasa	0.1 %	Sodio	11.4 %
Ceniza	9.55 %	Azufre	0.05 %
Proteína	0.56 %	Hierro	95.20 ppm
Extracto Libre de Nitrógeno	61.13 %	Cobre	3.683 ppm
Energía	3,726.0 Kcal/g	Manganeso	0.87 ppm
pH	10.1	Zinc	8.97 ppm
Fósforo	0.0031 %	Boro	165 ppm
Potasio	0.36 %	Metanol	No identificado

Todos los alimentos y mezclas ofrecidos fueron consumidos en su totalidad a los largo de la fase experimental (6 kg/día), en la fase de adaptación se registró un incremento gradual en el consumo y para el día 8 se normalizaron los consumos de 6 kg/día, mostrando gustosidad por el ganado bovino (Galvani, 2015).

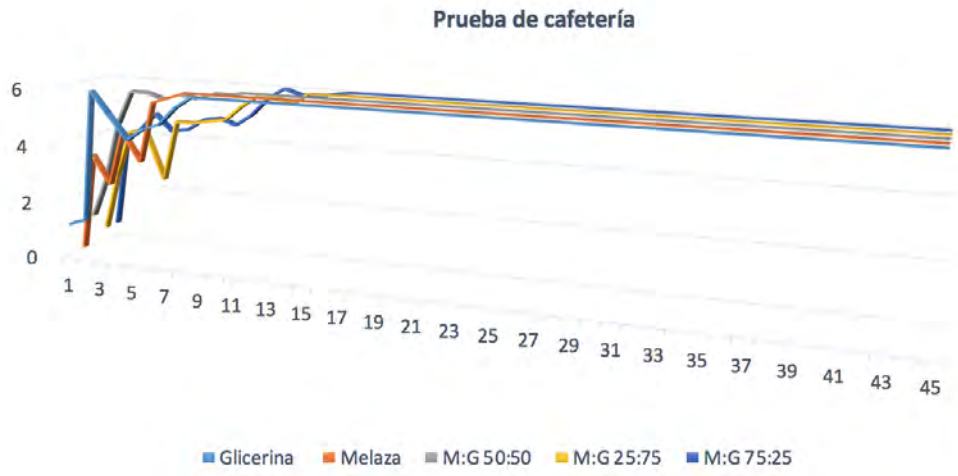


Figura 1. Consumos registrados por día de los ingredientes y mezclas ofrecidos a los bovinos en una fase de 15 días de adaptación y 30 días de fase experimental.

CONCLUSIONES

La glicerina y las mezclas con diferentes porcentajes de inclusión evaluadas tuvieron una buena aceptación por parte del ganado bovino F1 de cruzas cárnicas, por lo tanto la inclusión de glicerina en la formulación de raciones para bovinos tendrá buena aceptación y podría mejorar el sabor de ingredientes de baja gustosidad, es importante verificar la cantidad de metanol residual presente en la glicerina antes de su uso en la alimentación del ganado para evitar problemas de toxicidad.

AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del proyecto: “Creación de laboratorio de investigación, desarrollo e innovación en sustentabilidad energética del Noreste de México”, financiado con fondos CONACYT-SENER.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 13th ed. American Organization. Washington, DC. USA. 730 p.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition.Association of Official Analytical Chemists International.Gaithersburg, Maryland. Chapter 32: 24-32.

Baroutian, S., Aroua, M. K., Raman, A. A. A., Sulaiman, N. M. N., 2010. Methanol recovery during transesterification of palm oil in a TiO2/Al2O3 membrane reactor: Experimental sturdy and neural network modeling. Separation Purification Technol. 76 (1), p.p. 58–63.

Benítez Henao Sebastián, 2013; Productividad animal de bovinos estabulados suplementados con glicerina cruda; Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento Producción Animal Medellín, Colombia. http://www.bdigital.unal.edu.co/11805/1/1128268878.2014.pdf. Fecha de consulta 20 de marzo del 2018.

Donkin, S.S. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n. spe, p.280-286, 2008.

Drackley J. K. Albeitar., 2010. La glicerina como ingrediente potencial. Albéitar. http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/760/articulos-nutricion-archivo/la-glicerina-como-ingrediente-potencial.html Consultado en línea el 23 de septiembre 2017.

Dussan, K.J., Cardona, C.A., Giraldo, O.H., Gutiérrez, L.F., Pérez, V.H., 2010. Analysis of a reactive extraction process for biodiesel production using a lipase immobilized on magnetic nanostructures. Bioresource Technol. 101 (24), p.p. 9542–9549.

Galvani, F.J. 2015. Alimentación de bovinos con sub-productos de la industria del biodiesel. Tesis de grado UBA. p.p. 28

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.

Ghitis Oviedo Ricardo, 2012; El glicerol o glicerina de biodiesel en la alimentación del ganado; Engormix.com; Sitio argentino de producción animal repositorio digital de acceso abierto; Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, prov. de Córdoba, Argentina. http://www.produccion-animal.com.ar/ https://www.engormix.com/mbr-33999/ricardo-oviedo-ghitis. Fecha de consulta 21 de marzo del 2018.

Jiménez, O. R., y Domínguez, M. P. 2016. Suplementación del ganado bovino productor de carne en Durango. INIFAP, Durango, México.

Kerr, B. J.; Weber, T.E.; Doozier, W.A. *et al*. 2009. Digestible and metabolizable energy content of crude glycerin originating from different sources in nursery pigs. Journal of Animal Science, v.87, p.4042-4049.

Kiss, A.A., Bildea, C.S., 2011. Integrated reactive absorption process for synthesis of fatty esters. Bioresource Technol. 102 (2), p.p. 490–498.

León, O. Cindy, Navas, P. Alexander, Calvache, Iván, Suarez Álvaro y Cuadros, M. Luis, 2011. Complementación con glicerol y torta de palmiste en levante de novillos Brangus en el municipio de Guamal. http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/18570/1/T13.13%20L551s.pdf Universidad de La Salle. Colombia. Fecha de consulta 20 de marzo del 2018.

NRC 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy Press, Washington D.C.

Schröder, A.; Südekum, K. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Diets for ruminants. En: 10º Rapeseed Congress, 1999, Canberra, Australia. http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm Consultado en línea el 22 de septiembre 2017.

AVANCES DE INVESTIGACIÓN: USO DE GLICERINA CRUDA EN LA ALIMENTACIÓN DE GANADO BOVINO EN CORRAL

Rafael Jiménez Ocampo[1], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1],David Alejandro Fraire Contreras[2], Ana Beth Gámiz Piedra[2], Emmanuel Soto González[2]

[1]INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. *jimenez.rafael@inifap.gob.mx [2]Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED km 11.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C.P. 34307.

INTRODUCCIÓN

La glicerina cruda es un coproducto de la producción de biodiesel por medio de la transesterificación de ácidos grasos, un catalizador y metanol (Donking, 2008; Ghitis, 2012; León, 2013). Esta sustancia ha sido utilizada en la alimentación de cerdos, pollos, ovejas y ganado bovino productor de carne y leche ya que trabaja en el rumen como un producto gluconeogénico, promueve la creación de ácidos grasos volátiles, que son los precursores para la producción de leche y carne (Mateus, 2014; Possamai *et al*., 2014), en México uno de los inconvenientes que presentan los ganaderos es el alto costo que deben pagar por los insumos y complementos alimenticios para el ganado, estos insumos claves para el quehacer productivo, presentan una alta fluctuación en precios y principalmente son importados (Jiménez *et al*., 2016), por lo tanto los productores pecuarios deben buscar alternativas viables para alimentar y cubrir los requerimientos nutricionales del ganado (Mateus, 2014). En México se cuenta con poca información sobre el uso de glicerina cruda como ingrediente en la ración de bovinos productores de carne en sistemas de confinamiento. En el presente trabajo se presentan resultados parciales de la inclusión de glicerina cruda en el comportamiento productivo de bovino en corral. La información que sea generada del presente trabajo será de utilidad para la industria del biodiesel y productores de ganado bovino que podrán contar con un alimento alternativo no convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

La localización y características de las áreas donde se desarrolló el estudio fueron dentro de las instalaciones del Campo Experimental Valle del Guadiana. El campo está ubicado en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, en el municipio de Durango, Dgo. A los 23° 59’ 21” N y 104° 37’ 33” O, con una altitud de 1,877 m. El clima es templado-semiárido, con régimen de lluvias en verano y variación fuerte de la temperatura, con un promedio anual de 17.4 °C (García, 1987). Al presente avance se contaba con 63 días de prueba y 15 de adaptación, se utilizaron 24 bovinos machos de 360±30 kg de peso vivo, los cuales fueron

divididos al azar en cuatro tratamientos (0, 5, 15 y 25 % de glicerina) con seis repeticiones y fueron confinados en parejas en corrales equipados con sombra, bebedero y comedero, al inicio del experimento los bovinos fueron inmunizados con la vacuna bovishield® y la bacterina Biobac 7 vías® y desparasitados con Ivermectina adicionada con vitaminas liposolubles A, D y E, a razón de 0.7 ml por cada 50 kg de peso vivo por vía subcutánea e implantados (Synovex plus®). La glicerina cruda fue resultado del proceso sintesis por medio de transesterificación de aceites residuales, metanol y como catalizador hidróxido de sodio. La glicerina obtenida del proceso fue caracterizada y se le determinó la materia seca (MS), proteína cruda (PC) con el método Kjeldahl (AOAC, 1994) materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN), cenizas (AOAC, 1990), energía, pH y macro y microminerales así como metanol residual.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales (% MS) con glicerina residual en la alimentación de ganado bovino en corral

Ingredientes	**0 % glicerina**	**5 % glicerina**	**15 % glicerina**	**25 % glicerina**
Maíz rolado	59.0	59.8	47.6	35.3
Glicerina	0.0	5.0	15.0	25.0
Rastrojo de maíz	20.0	20.0	20.0	20.0
Pasta de soya	13.0	13.2	15.4	17.7
Melaza	6.0	0.0	0.0	0.0
Minerales	1.5	1.5	1.5	1.5
Urea	0.5	0.5	0.5	0.5
Total (%)	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**
$/Kg	**4.42**	**4.55**	**4.80**	**5.05**

Las variables evaluadas fueron: ganancia de peso total (GPT) por la diferencia de peso final menos peso inicial , ganancia de peso diario (GPD) los bovinos se pesaron en bascula digital con capacidad de 2,000 kg a una precisión de .03 kg a las ocho de la mañana antes de ofrecer alimento cada 21 días, se obtuvo restando peso inicial al peso final divido entre los días transcurridos, conversión alimenticia (CA) mediante el cálculo de la proporción de CDA;GDP (CA=CDA/GDP) (CDMS) por la diferencia de alimento ofrecido y rechazo de cada día . El análisis de varianza se realizó bajo un diseño experimental completamente aleatorio. Cuando se

detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó una prueba de la Tukey (P>0.05) para la comparación de medias.

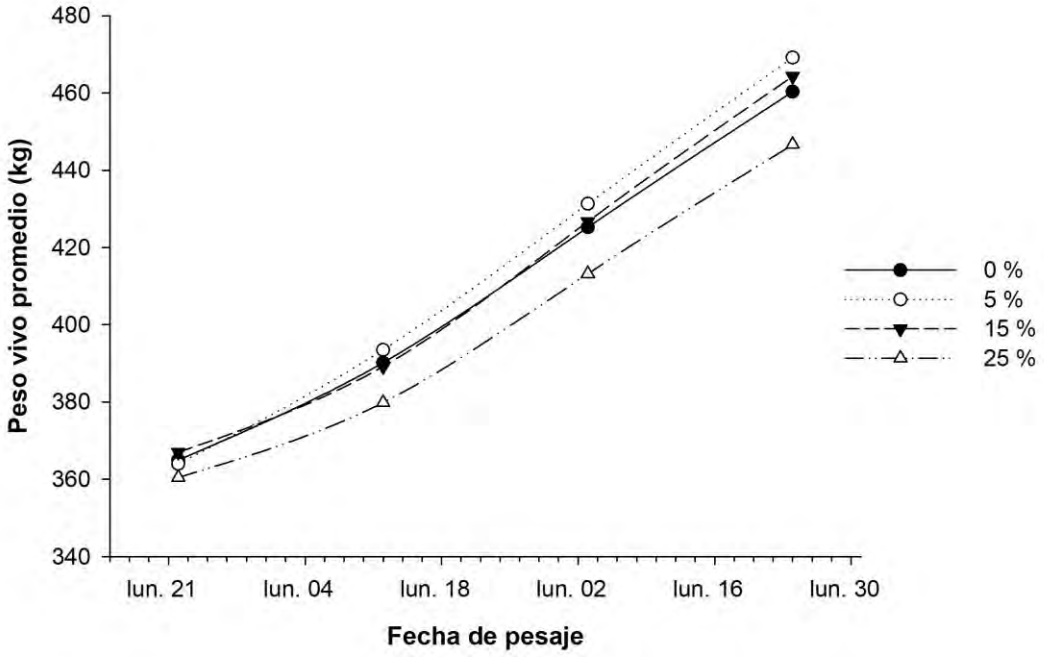
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al avance del presente experimento se encontraron GPT de 95.3±16.0 kg para los bovinos con cero por ciento de glicerina, 105.7±20.9, 97.3±14.1 y 86.1±16.8 kilogramos para los grupos con 5, 15 y 25 % de inclusión de glicerina. Para la GPD promedio se obtuvieron 1.36±0.2 kg para el grupo testigo, 1.54±0.2 kg, 1.30±0.4 kg y 1.14±0.3 kg para los grupos con 5, 15 y 25 % de inclusión de glicerina, estos resultados son superiores a los reportados por Benítez (2013) con ganado suplementado en confinamiento con glicerina, posiblemente explicado por la baja calidad de los pastos utilizados. Después de cuatro periodos de 21 días no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los pesos de los animales de los diferentes grupos de evaluación.

Cuadro 2. Peso de ganado bovino consumiendo diferentes porcentajes de glicerina cruda.

Inclusión de Glicerina (%)	Pesaje 1 (kg)	Pesaje 2 (kg)	Pesaje 3 (kg)	Pesaje 4 (kg)
0%	365.00	390.17	425.25	460.33
5%	364.00	393.50	431.33	469.17
15%	367.00	389.17	426.75	464.33
25%	360.50	379.83	413.25	446.67

En la Figura 1. Se muestra el peso vivo promedio de los grupos sometidos a diferentes diferentes porcentajes de inclusión de glicerina cruda, se observa una mejor respuesta por parte de los animales que recibieron 5 % seguidos del grupo con 15 % de glicerina cruda, seguido por el grupo testigo y la menor respuesta es observada en el grupo con 25 % de inclusión con menores ganancias de peso. De acuerdo a lo reportado por Drackley en el 2008 el uso 10 % de glicerina en bovinos productores de leche no afecta el rendimiento productivo ni el consumo de alimento.



En cuanto al estado de salud de los animales durante el experimento solo se presentaron diarreas mecánicas en la fase de adaptación en los bovinos que recibieron 25 % de inclusión y bajos consumos, después del tiempo de adaptación se regularizó el consumo de alimento y no se volvieron a observar signos de enfermedades digestivas.

CONCLUSIONES

Hasta el avance del experimento no es posible definir el mejor porcentaje de inclusión de glicerina en la ración de los bovinos productores de carne en sistemas intensivos, pero su uso dependerá de la oferta y del precio en el mercado comparado con otros ingredientes energéticos.

AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del proyecto: “Creación de laboratorio de investigación, desarrollo e innovación en sustentabilidad energética del Noreste de México”, financiado con fondos CONACYT-SENER.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 13th ed. American Organization. Washington, DC. USA. 730 p.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition.Association of Official Analytical Chemists International.Gaithersburg, Maryland. Chapter 32: 24-32.

Benítez Henao Sebastián, 2013; Productividad animal de bovinos estabulados suplementados con glicerina cruda; Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento Producción Animal Medellín, Colombia. http://www.bdigital.unal.edu.co/11805/1/1128268878.2014.pdf. Fecha de consulta 20 de marzo del 2018.

Donkin, S.S. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n. spe, p.280-286, 2008.

Drackley, K, 2008. Opportunities for Glycerol Use in Dairy Diets. pp. 113-118. En: Four-State Dairy Nutrition and Management Conference. Dubuque, Iowa.

Ghitis Oviedo Ricardo, 2012; El glicerol o glicerina de biodiesel en la alimentación del ganado; Engormix.com; Sitio argentino de producción animal repositorio digital de acceso abierto; Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, prov. de Córdoba, Argentina. http://www.produccion-animal.com.ar/ https://www.engormix.com/mbr-33999/ricardo-oviedo-ghitis. Fecha de consulta 21 de marzo del 2018.

Jiménez, O. R., y Domínguez, M. P. 2016. Suplementación del ganado bovino productor de carne en Durango. INIFAP, Durango, México.

León, O. Cindy, Navas, P. Alexander, Calvache, Iván, Suarez Álvaro y Cuadros, M. Luis, 2011. Complementación con glicerol y torta de palmiste en levante de novillos Brangus en el municipio de Guamal. http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/18570/1/T13.13%20L551s.pdf Universidad de La Salle. Colombia. Fecha de consulta 20 de marzo del 2018.

Mateus Juan Pablo y Diego Castrillón Franco, 2014. Glicerol: alternativa energética y de bajo costo para su ganado. Entrevista. Contexto ganadero una lectura rural de la realidad colombiana; http://www.contextoganadero.com/reportaje/glicerol-alternativa-energetica-y-de-bajo-costo-para-su-ganado. Fecha de consulta 21 de marzo del 2018.

Possamai, A. J., J. T. Zervoudakis, L. K. Hatamoto-Zervoudakis, A. S. Oliveira, E. R. Donida, P. I. J. L. R. Silva, A. C. Barboza, R. G. D. P.Junior, and J. W. Koscheck. 2014. Whole cotton seed and crude glycerin for Nellore cattle on pasture: Intake and digestibility of nutrients. J. Anim. Sci. 92(E-Suppl.2):821.

DESARROLLO Y COMPORTAMIENTO SEXUAL DEL MACHO CABRÍO CON DIFERENTE NIVEL NUTRICIONAL POSTRATAMIENTO FOTOPERIODICO

Vélez MLI.[*1], Flores NMJ.[1], Chávez SAU.[1], y Rosales NCA.[2]

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental la Laguna, Matamoros, Coahuila, 27440, México.[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental San Luis, San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78431, México. (velez.leonardo@inifap.gob.mx)

.

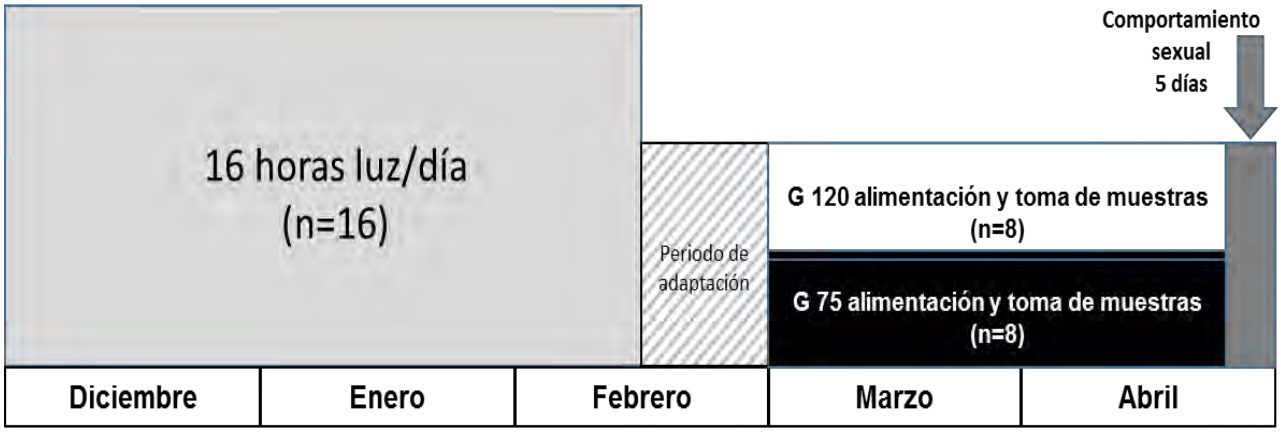
INTRODUCCIÓN

La mayoría de las especies de mamíferos utilizan modelos de reproducción estacional (Bronson, 1988; Pelletier *et al*., 2000), es decir, que llevan a cabo la reproducción en un periodo del año solamente (estacionalidad reproductiva), esto como un mecanismo de adaptación a su medio ambiente, ocurriendo en la época más favorable para la supervivencia de la especie (Bronson y Heideman, 1994; Skinner, 1994; Sliwowska *et al*., 2004) y repitiéndose año con año. La especie caprina, al igual que otras especies de animales, presentan un ciclo estacional anual en su actividad reproductiva (Shelton, 1991).En la mayoría de las razas caprinas de las zonas subtropicales (latitudes de 25° a 40°; López *et al*., 2011), se presenta una estacionalidad reproductiva marcada (Delgadillo *et al*., 2002; Carrillo *et al*., 2010). La estacionalidad reproductiva es controlada, principalmente, por el fotoperiodo (Malpaux, 2001). Se ha demostrado que un tratamiento fotoperiodico provoca una intensa actividad sexual en los machos cabríos de las latitudes subtropicales (Flores *et al*., 2000; Delgadillo *et al*., 2001; 2002; Véliz *et al*., 2002; 2006) modificando su comportamiento sexual y su capacidad para inducir la actividad sexual de las hembras en anestro. Por otro lado, el nivel nutricional también juega un papel importante respecto del comportamiento sexual de los machos cabriós. La nutrición, a través del peso corporal y de la condición corporal, influyen en la actividad sexual de diferentes razas de caprinos (Gallego *et al*., 2014). La influencia de la estacionalidad reproductiva también puede ser modificada por la nutrición (Zarazaga *et al*., 2005) Tanto la producción de esperma como la masa testicular, son afectados por la nutrición (Hötzel *et al*., 2003). La sola aplicación de 2.5 meses de días largos induce actividad sexual en los machos cabríos (Vélez *et al*., 2006; 2007). El cambio en comportamiento sexual de los machos cabríos es claro posterior a un tratamiento fotoperiodico sin modificar su nivel nutricional, sin embargo, al estar expuestos a un cambio en su estado nutricional, no se conoce cuál es su comportamiento sexual de estos machos. Por lo tanto, El objetivo es determinar si la disminución en el nivel nutricional de los machos cabríos posterior a un tratamiento fotopriodico modifica la intensidad del comportamiento sexual de los machos cabríos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la estación experimental del "Campo Experimental La Laguna INIFAP", ubicado en el municipio de Matamoros Coahuila (Comarca Lagunera) México, se llevó a cabo un experimento con 12 machos cabríos, los cuales recibieron un tratamiento fotoperiodico de 2.5 meses de días largos artificiales (16 horas de luz por día; Vélez et al., 2013) a partir del día 01 de diciembre y una alimentación a base de heno de alfalfa, heno de avena, rastrojo de maíz, concentrado comercial sales minerales y melaza, la cual cubría sus requerimientos nutricionales, esta ración fue recibida diariamente por todos los machos desde el inicio del experimento hasta el 15 de febrero. Una vez terminado el tratamiento fotoperiodicoen esta fecha, se dividieron los machos en dos grupos de 6 machos cada uno, estos homogéneos en peso vivo, Condición corporal y circunferencia escrotal. Un grupo (G120) recibió el 120 % de sus requerimientos nutricionales y el otro grupo (G75) solo recibió el 75 % de sus requerimientos durante 12 semanas cuadro 1. Las primeras dos semanas no se tomaron muestras, ya que se tomaron como un periodo de adaptación al cambio nutricional. Las siguientes diez semanas fueron en donde se tomaron muestras.

Cuadro 1. Protocolo de muestreo y alimentación de los machos cabríos de la Comarca lagunera sometidos a un tratamiento fotoperiodico y un posterior nivel nutricional diferente. La barra inferior, en cada celda determina el tiempo del estudio en meses. El cuadro en gris claro, muestra el periodo de tratamiento fotoperiodico, su inicio, final y la cantidad de horas luz por día. El siguiente rectángulo en rayas, indica el periodo de adaptación al cambio de estado nutricional. Las siguientes dos barras, una blanca (grupo 120) y una negra (grupo 75), muestran el tiempo que recibieron su diferente nivel nutricional y el tiempo de toma de muestras, así como la cantidad de animales por grupo. Finalmente la barra en color gris oscuro, muestra el tiempo durante el que se tomaron las pruebas de comportamiento en los machos.



Se evaluó el peso vivo, condición corporal, circunferencia escrotal en ambos grupos durante 10 semanas. También se evaluó el comportamiento sexual de los machos al exponerlos a hembras en anestro. Las variables fueron, Aproximaciones, Olfateos, intentos de monta, Montas y

Automarcajes.La información sobre el comportamiento sexual de los machos (olfateos, flehmen, auto-marcaje y aproximaciones) fue analizada con modelos mixtos (PROC MIXED).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso vivo de los machos no difirió entre grupos (P>0.05; Figura 1), aun cuando si se ve una marcada diferencia numérica entre ambos. Sin embargo, en cuanto a la condición corporal se refiere, los machos G 120 presentaron diferencia estadística a partir de la sexta semana y hasta concluir el estudio (*P<0.05; **P<0.01) respecto de los machos G 75. Estos cambios se presentan en pocas semanas después del cambio nutricional tal como lo describen Martin GB, y Walkden-Brown SW 1995.

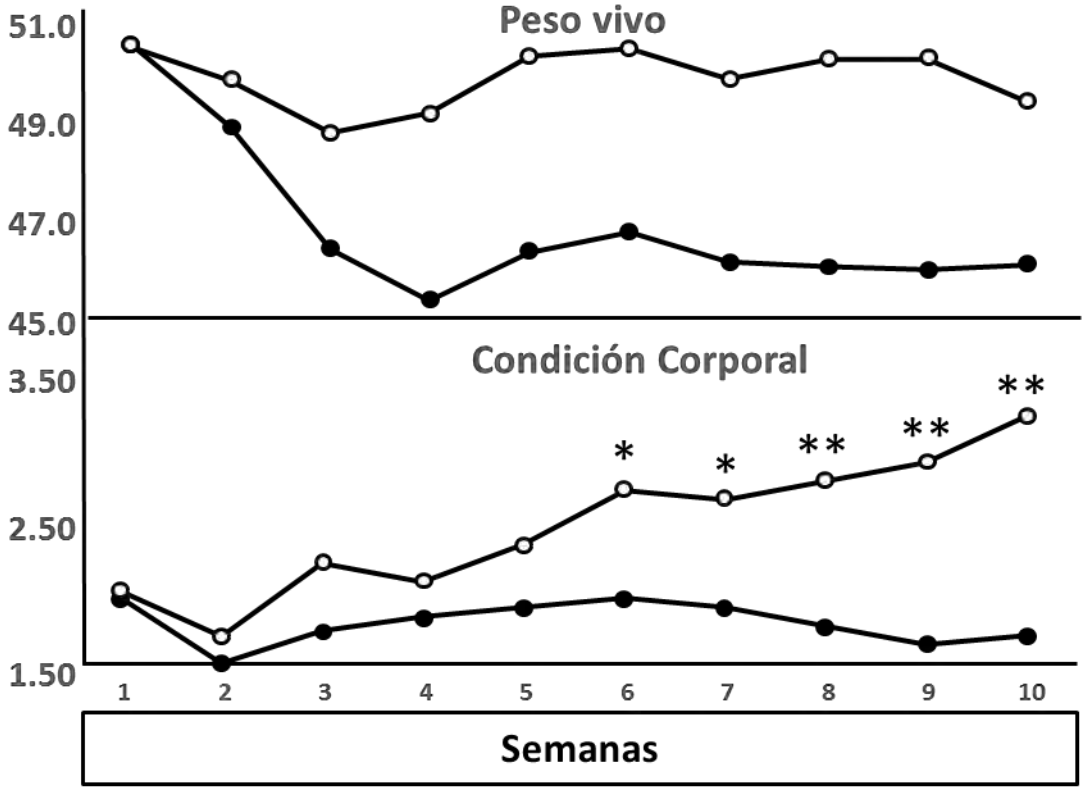


Figura 1. Se muestran dos gráficos donde se comparan los dos grupos de machos por 10 semanas. Los círculos rellenos en color negro, indican los datos del grupo G 75, mientras que los círculos en color blanco, indican los del grupo G 120. Los puntos marcados por un asterisco (*), indican diferencia estadística de P<0.05, mientras que los puntos con doble asterisco (**), indican diferencia e P<0.01.

El comportamiento sexual de los pequeños rumiantes no parece ser afectado por la nutrición a menos que haya habido un cambio extremo en la masa corporal y reservas de energía (Martin *et al*., 2004). En efecto, en las pruebas de comportamiento con hembras en anestro, el número de aproximaciones (P < 0.05) y olfateos (P < 0.001) fue mayor para los machos G 120 respecto

de los machos G 75. Las variables de intentos de Monta, Monta y Automarcajes no difirieron entre grupos (P>0.05; Figura 2). Nuestros resultados indican que los machos con un déficit en su nivel nutricional, despliegan menor conducta sexual que los machos que tienen un buen nivel nutricional, aún y cuando son tratados con fotoperiodo artificial.

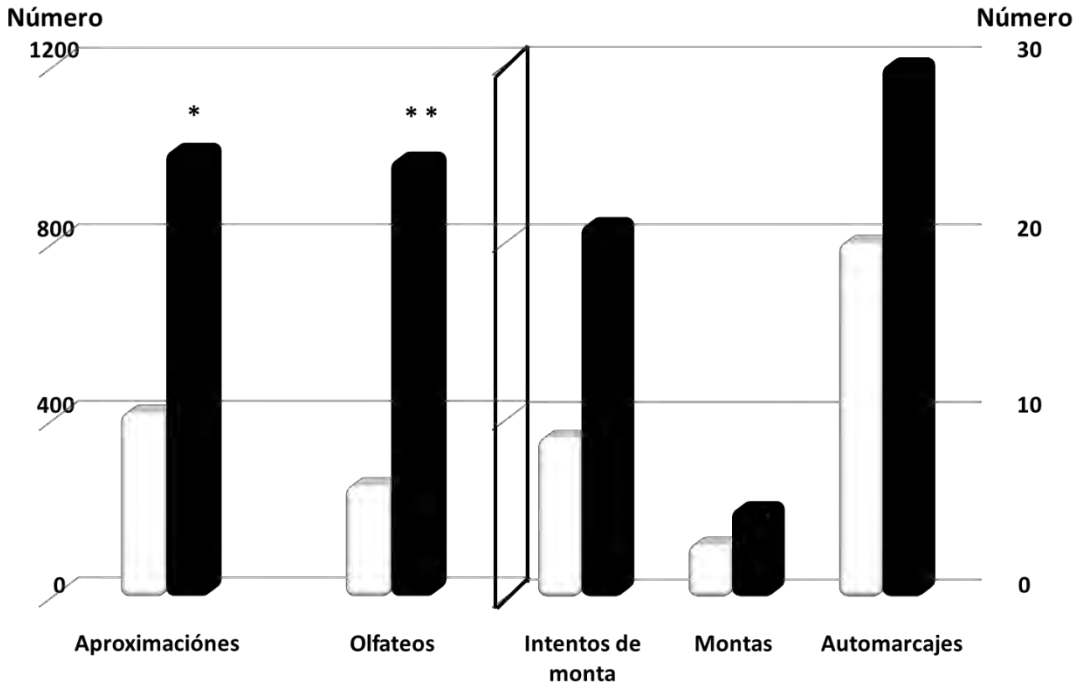


Figura 2. Comportamiento sexual de los machos (aproximaciones, olfateos, intentos de monta, montas y auto-marcajes) que recibieron fotoperiodo artificial y buena nutrición (G 120) o mala nutrición (G 75). Las barras en color gris representan al primer grupo, mientras que las barras amarillas representan al segundo grupo. Los puntos marcados por un asterisco (*), indican diferencia estadística de P<0.05, mientras que los puntos con doble asterisco (**), indican diferencia e P<0.01.

CONCLUSIONES

Concluimos que el cambio en el nivel nutricional, específicamente en disminución, de los machos cabríos, se refleja en un comportamiento sexual inferior al de machos con un nivel nutricional bueno, cuando son expuestos a hembras en anestro estacional, aun siendo inducidos a la actividad sexual mediante tratamientos fotoperiodicos. Se requiere de más investigación en este tema.

BIBLIOGRAFIA

Bronson FH. 1988. Mammalian reproductive strategies: genes, photoperiod and latitude. Reprod. Nutr. Dévelop. 28: 335-347.

Bronson FH y Heideman PD. 1994. seasonale regulation of reproduction in mammals. En Knobil E, Neil JD. Editors. The physiology or repeoduction. New Cork: Raven Press. P. 541-584.

Carrillo E., Meza-Herrera CA and Véliz FG. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 1 (2): 169-178.

Delgadillo JA., Carrillo E., Morán J., Duarte G., Chemineau P and Malpaux B. 2001. Induction of sexual activity of male creole goats in subtropical northern Mexico using long days and melatonin. J. Anim.Sci. 79 2245-2252.

Delgadillo JA., Flores JA., Véliz FG., Hernández HF., Duarte G., Vielma J., Poindron P., Chemineau P and Malpaux B. 2002. Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. J. Anim. Sci. 80 2780-2786.

Flores JA., Véliz FG., Pérze-Villanueva JA., Martínez de la Escalera G., Chemineau P., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2000. Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats. Biol. Reprod. 62 1409-1414.

Gallego-Calvo, M.C. Gatica, J.L. Guzmán, L.A. Zarazaga. 2014. Role of body condition score and body weight in the controlof seasonal reproduction in Blanca Andaluza goats. Animal Reproduction Science 151 (2014) 157–163

Hötzel, M. J., Walkden-Brown, S. W., Fisher, J. S., and Martin, G. B. 2003. Determinants of the annual pattern of reproduction in mature male Merino and Suffolk sheep: responses to a nutritional stimulus in the breeding and non-breeding seasons. *Reprod. Fertil. Dev.* 15, 1–9. doi:10.1071/RD02024

López GJC., Fuentes BVH., Serna PA., Sánchez GRA., Figueroa GJJ., Servín PM., Echevarria CFG Y Salinas GH. 2011. La interacción de un macho cabrio sexualmente activo con un tratamiento fotoperiodico reduce la estacionalidad en cabras anestricas. Folleto técnico No. 36 Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 43p.

Malpaux B., Migaud M., Tricoire H and Chemineau P. 2001. Biology of mammalian photoperiodism and the critical role of the pieal gland and melatonin. Journal of Biological Rhythms. 4 336-347.

Martin, G. B., and Walkden-Brown, S. W. 1995. Nutritional influences on reproduction in mature male sheep and goats. J. Reprod. Fertil. Suppl. 49, 437–449.

G. B. MartinA,B,C, J. RodgerA and D. Blache. 2004. A Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. Reproduction, Fertility and Development, 16, 491–501

Pelletier J., Bodin L., Hanocq E., Malpaux B., Teyssier J., Thimonier J., y Chemineau P. 2000. Association between expression of reproductive seasonality and alleles of the gene for Mel_{1a} receptor in the ewe. Biology of Reproduction. 62 1096-1101.

Shelton M. 1991. Management of reproduction in the goat. VII Reunión Nacional sobre Caprinocultura. 23 al 25 de octubre, Monterrey, NL, México. 168-184.

Skinner JD., Van Aarde RJ Y Van Jaarsveld RJ. 1994. Annual reproductive cycles in selected African Mammals in response environmental cues. Mammals researche institute. Pretoria South Africa.

Sliwowska JH., Billings HJ., Goodman RL., Coolen LM Y Lehman MN. 2004. The premamilary hipotalamic area of the ewe: anatomical characterization of a melatonin target area mediating seasonal reproduction. Biology of Reproduction. 70 1768-1775.

Vélez LI, Carrillo E, Valera VMA, Véliz FG, Malpaux B, Delgadillo JA. 2006. Long days stimulate the sexual behavior of the alpine male goats allocated in subtropical Northern Mexico. Veracruz, México.

Vélez LI, Carrillo E, Malpaux B, Delgadillo JA. 2007. Testicular growth and testosterona secretions in Alpine bucks are stimulated by artificial long days and melatonin or constant light. 11th Annual Conference of ESDAR, Celle, Germany.

Véliz FG., Moreno S., Duarte G., Vielma J Chemineau P., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2002. Male effect in seasonally anovulatory lactating goats depends on the presence of sexually active bucks, but not estrous females. Animal Reproduction Science. 72 197-207.

Véliz FG., Poindron P., Malpaux B and Delgadillo JA. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrous female goats. Animal Reproduction Science. 92 300-309.

Zarazaga, L.A., Guzmán, J.L., Domínguez, C., Pérez, M.C., Prieto, R. 2005. Effect of plane of nutrition on seasonality of reproduction in Spanish Payoya goats. Anim. Reprod. Sci. 87, 253–267.

CONVERSION ALIMENTARIA DE BOVINOS ALIMENTADOS CON GRANO SECO DE DESTILERIA VERSUS PASTA DE CANOLA COMO COMPONENTE PROTEICO 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 A.[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

Los subproductos generados en la industria alimenticia son de gran interés en las explotaciones de ganado bovino productor de carne y leche, más aún, si estos ingredientes representan un aporte energético o proteico a la dieta animal por un costo menor. Entre los subproductos encontrados en la región, los granos secos de destilería (GSD) son actualmente importados al país y son generados por la industria de destilería y producción de bioetanol. Otro insumo disponible es la pasta de canola (PCAN), subproducto de la extracción de aceite de las semillas de dicha planta. El uso de los GSD y la PCAN se está incrementando, especialmente por quienes pueden pagar su costo, por lo que la mejora de los parámetros productivos en los bovinos debe verse reflejada. Para ello, la conversión alimentaria (CA) es uno de los indicadores que mejor expresa la eficiencia productiva de bovinos al término de periodos de alimentación. La CA involucra aspectos cómo la calidad nutritiva y la estrategia de suministro de la ración alimenticia, la genética, sanidad y manejo de los animales. Cualquier déficit en alguna de estas variables se refleja en una mayor cantidad de alimento por unidad producida y consecuentemente menor CA. Transformando a pesos los términos de la expresión CA se derivan de ella otros indicadores de frecuente utilización, no solo para evaluar el resultado una vez finalizado la etapa de engorda, sino también para la toma de decisiones durante el mismo. Algunos de los más 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 ingreso por producción día y los costos directos por día (Mac Loughlin, 2013). El conocer la CA resulta así de suma utilidad, especialmente cuando se requiere evaluar el efecto nutricional y económico de los ingredientes utilizados. Por ello, el objetivo de este trabajo fue obtener la eficiencia de la conversión alimentaria de toretes Simmental alimentados con dietas a base de grano seco de destilería versus pasta de canola 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. 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.

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 (ES) + PCAN; Tr 4: ES + 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 Maíz	30	30	0	0
Ensilado Sorgo	0	0	30	30
Heno 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 Maíz	25	25	0	0
Ensilado Sorgo	0	0	25	25

Heno 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 Maíz	20	20	0	0
Ensilado Sorgo	0	0	20	20
Heno 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 química 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 x 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 de las variedades Lico y TOM 3); B_j: Efecto del factor B (concentrado a base de pasta de canola, concentrado a base de GSD, ambos disponibles comercialmente en la localidad); $(A*B)_{ij}$: 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 concentrado sobre la conversión alimentaria lograda a partir de los datos de consumo de materia seca día^{-1} (CMS) y ganancia diaria de peso (GDP) durante el período de engorda evaluado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La conversión alimentaria se obtuvo mediante los datos de consumo de materia seca día^{-1} y la ganancia diaria de peso (Cuadro 2) logrados por los toretes, estos últimos parámetros no presentaron diferencias estadísticas ($p<0.05$) a causa del concentrado utilizado. El CMS de los toretes asignados a las dietas a base de PCAN fue un valor menor pero estadísticamente

similar al consumo de dietas conteniendo GSD. Otros autores registraron consumos similares al reportado en el presente trabajo, con cantidades de 10.3 kg de MS de dietas con el 15% de GSD (Rueda, 2013), y consumos de 10 kg/día en novillos de 300 kg, suplementados con 20% de GSD (Schoonmaker *et al*., 2010). Aunque los toretes designados a las dietas con GSD, presentaron mayor consumo y menor GDP que aquellos que consumieron pasta de canola, no existió diferencia estadística ($p<0.05$). No obstante, la relación costo-rendimiento es un factor que el productor debe tomar en cuenta al disponer de cualquiera estos ingredientes evaluados.

Cuadro 2. Efecto del tipo de concentrado incluido en las dietas sobre el consumo de MS por día, ganancia diaria de peso y la subsecuente conversión alimentaria (kg).

Ingrediente	Consumo de MS por día	Ganancia diaria de peso	Conversión alimentaria
Pasta de canola	9.71[a]	1.72[a]	5.65[a]
Grano seco de destilería	10.22[a]	1.68[a]	6.09[b]

Medias dentro de las columnas con diferente literal son distintas ($P<0.05$). MS: materia seca

A pesar de que no se presentaron diferencias estadísticas ($p<0.05\%$) entre el CMS día^{-1} de los toretes que consumieron GSD y PCAN, estos valores en combinación con la GDP alcanzadas, si influyeron en la conversión alimentaria calculadas ($p<0.05$). Los valores resultantes indican que los toretes consumieron 5.65 kg de dietas conteniendo PCAN para aumentar en promedio, un kg de peso corporal día^{-1}, mientras que aquellos alimentados con dietas a base de GSD, consumieron 6.09 kg para lograr esa misma ganancia de peso. El conocer el valor biológico de las proteínas contenidas en estos ingredientes, así como definir el perfil de los aminoácidos contenidos podría esclarecer las diferencias en conversión alimentaria obtenidas en el presente trabajo. Por lo que investigaciones futuras serán de importancia en la comprensión de estos procesos biológicos.

CONCLUSIONES

En la formulación de las dietas utilizadas no hubo diferencia significativa en la inclusión del GSD en comparación de la PCAN para las variables consumo voluntario de MS por día, aumento total de peso y ganancia diaria de peso. No obstante si existió diferencia estadística ($p<0.05$) en la conversión alimentaria, obteniéndose mejores valores en las dietas que incluyeron PCAN.

Sin embargo, dependiendo de la disponibilidad de insumos y el costo de GSD y PCAN como concentrado proteico, representan una excelente alternativa como alimento de toretes en

crecimiento ya que promovieron adecuados parámetros productivos, lo cual es un retorno económico favorable para los productores.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA.

Instituto Nacional de Estadística y Geofrafía (INEGI). 2008. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos.www.inegi.org.mx/prod_ser/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aeeum/2008/Aeeum081.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. http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/105-Conversion_decision_engordes.pdf

Rueda, I.L.A. 2013. Nivel de forraje y grano seco de destilería de maíz con solubles en la dieta y su efecto sobre el comportamiento productivo y las características de la canal de bovinos en engorda intensiva. Tesis de Maestría en Universidad Juárez del Estado de Durango. vi-vii, 11-19.

SAS 2003 SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst., Inc., Cary, NC.

Schoonmaker, J.P., Trenkle, A.H., Beitz, D.C. 2010. Effect of feeding wet distillers grains on performance, marbling deposition, and fatty acid content of beef from steer fed low-or-high forage diets. J. Anim. Sci. 88:3657-3665.

EFECTO DE UNA COMPLEMENTACIÓN CON MINERALES SOBRE LA TASA OVULATORIA Y DE GESTACIÓN EN CABRAS MULTIRRACIALES INSEMINADAS A TIEMPO FIJO

De Santiago-Miramontes MA[1], Machado-Ramos MG[1], Ángel GO[1], Guillén MJM[1], Véliz-Deras FG[1]

[1]Posgrado de Producción Agropecuaria, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México. angelesdesantiago867@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas y semiáridas, la alimentación del caprino se basa fundamentalmente en el pastoreo libre, con el consumo de especies nativas del agostadero, lo cual es insuficiente en cantidad de biomasa y de nutrientes especialmente durante la época de sequía. Esta situación causa en los animales retraso o estancamiento del desarrollo, la producción y por consiguiente de la reproducción. Efectivamente, en la mayoría de los animales disminuye la condición corporal y en el caso de las hembras se registra una disminución de la producción de leche, y la fertilidad, y un incremento del porcentaje de abortos y mortalidad de las crías. Los elementos traza son necesarios para la síntesis de vitaminas, producción de hormonas, colágeno, formación de tejidos, actividad enzimática, transporte de oxígeno, producción de energía, y otros procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento, la reproducción y la salud. Ha sido demostrado que las deficiencias de elementos traza tienen efectos negativos sobre la eficacia reproductiva. Balakrishnan y Balagopal (1994) sugirieron que un desequilibrio mineral podría ser una causa de infertilidad en hembras. En los rumiantes, la deficiencia materna de cobre puede causar infertilidad, aborto y muerte fetal. Además, la deficiencia de este mineral durante el embarazo puede provocar en la descendencia una enfermedad congénita del sistema nervioso. Se ha reportado que una complementación alimenticia 7 días previos al empadre de cabras multirraciales en anestro estacional en sistema de producción semi-extensivo del sub-trópico árido de México, incrementó la tasa ovulatoria de dichas hembras (De Santiago-Miramontes, *et al.,* 2008). Múltiples tecnologías de reproducción asistida se encuentran completamente desarrolladas y aptas para su aplicación en el sistema de producción caprino. Las dos más difundidas en el mundo son: la sincronización hormonal de celos y la inseminación artificial. En la Comarca Lagunera predomina, el sistema de producción extensivo, en éste los animales se alimentan con flora natural (misma que debido a las estaciones del año presenta variaciones en su calidad y cantidad) y ocasionalmente de residuos de cosechas (Mellado, 2008). Durante la noche los animales son confinados en corrales por lo regular techados pero expuestos al medio ambiente, con agua a disposición pero regularmente sin complementos alimenticios y/o

minerales. Ha sido demostrado que los elementos inorgánicos son esenciales para el normal crecimiento y reproducción de los animales. Aquellos requeridos en cantidades de gramos son referidos como macrominerales y este grupo incluye el calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl), magnesio (Mg) y azufre (S) y aquellos elementos requeridos en miligramos o microgramos son referidos como microminerales, minerales trazas u oligoelementos. Este grupo incluye el cobalto (Co), molibdeno (Mo), selenio (Se), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso y otros. Los elementos traza están presentes en los tejidos corporales en bajas concentraciones. En ocasiones sirven como componentes de metalo-enzimas y cofactores enzimáticos. El cobre (Cu) constituye un elemento esencial en la nutrición animal. Existen diferentes signos asociados a su deficiencia en rumiantes (Quiroz-Rocha y Bouda 2001). El objetivo de este estudio fue registrar el comportamiento reproductivo de las cabras multirraciales del norte árido de México complementadas con un complejo de minerales durante 5 días previos a la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con semen fresco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en La Comarca Lagunera ubicada en el norte árido de México (26° 23' N; 104° 47 'O. 1200 msnm), con precipitación de 230 mm anuales. 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)

Animales y manejo. Se utilizaron 50 cabras, multirraciales, multíparas, en condición corporal (CC) homogénea (2.6; rango 1 a 5; 1=emaciado, 5=obeso), diagnosticadas anovulatorias mediante ecografía transrectal (Aloka SSD-500) y distribuidas aleatoriamente, según su peso y condición corporal, en 2 grupos (GM: grupo con complementación mineral; n=25 y GC: grupo sin complementación mineral; n=25. Durante el estudio los animales permanecieron en su habitual sistema de producción a libre pastoreo diurno, alimentándose de la flora nativa de la región, confinamiento nocturno en corrales techados, con agua disponible a libre acceso, expuestos a condiciones de temperatura e iluminación natural. La inseminación artificial fue realizada por la misma persona, de la misma manera que la evaluación de la condición corporal.

Complementación mineral GM A partir del 16 de mayo de 2018 a cada hembra del GM, durante los 5 días previos a la IATF, se le administró 1 ml vía im por cada 20 kg de peso vivo, un complejo mineral comercial (Calfosvit® Se; Laboratorios California S.A., Colombia;

contenido del producto por ml: Fosforilcolamina 100.0 mg ;equivalente a Ión Fósforo 22.0 mg; Sulfato de Zinc 13.19 mg; equivalente a Ión Zinc 3.0 mg; Yoduro de potasio 20.0 mg; equivalente a Ión Yodo 20 .0 mg; Selenito de sodio 0.22 mg equivalente a Ión Selenio 0.10 mg) más Vehículo csp 1.0 ml.

A las cabras del GC se les administró 1 ml de solución salina ml vía im por cada 20 kg de peso vivo los 5 días previos a la IATF.

Sincronización de la ovulación e IATF

Cada una de las cabras de los grupos GM y GC fueron sincronizadas de acuerdo al protocolo descrito por Contreras-Villareal, *et al*., (2016), el cual consiste en la administración im de 20 mg de progesterona (Progesterona, Zoetis México), 24 h después se administraron por vía im 200 UI de eCG (Serigan, Sanfer, México). Transcurridas 60 h, las cabras fueron inseminadas a tiempo fijo con semen fresco

.

Variables registradas:

Tasa ovulatoria: se determinó 10 días después de la aplicación de eCG, mediante ultrasonografía transrectal, (Aloka SSD-500) para identificar la presencia y número de cuerpos lúteos.

Diagnóstico de gestación: se realizó a los 50 días después de la IATF mediante ultrasonográfica transrectal, (Aloka SSD-500) la tasa de gestación fue calculada como el número de cabras preñadas sobre el número de cabras inseminadas por 100.

Análisis estadístico

La tasa ovulatoria se comparó mediante una prueba de Mann Whitney. La tasa de gestación se comparó mediante una prueba de X^2, todos los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico MYSTAT 12. Se consideró un nivel de significancia $P<0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas en la tasa ovulatoria ni en la tasa de gestación. (Cuadro 1). La tasa ovulatoria encontrada en nuestro estudio coincide con la reportada en cabras multirraciales sincronizadas con progesterona más eCG bajo condiciones similares (Contreras-Villarreal et al., 2016). En ambos grupos se presentaron tasas de ovulación mayores de 1. Por otra parte, si bien la tasa de gestación obtenida en el grupo suplementado y no suplementado no fue estadísticamente diferente (40%) fue mayor a la reportada por Alvarado-

Espino *et al.,* (2018) quienes obtuvieron un 29% de gestación luego de la IATF (Datos sin publicar) en condiciones similares a las de nuestro estudio. Sin embargo, nuestros resultados son menores a los reportados por Vilariño *et al.* (2011) quienes reportan un 75% de gestación en cabras inseminadas a tiempo fijo.

Los microminerales, se involucran en diversos procesos biológicos, como componentes de metaloenzimas y enzimas cofactores, estas trabajan como activadores de enzimas involucradas en mecanismos de desintoxificación de radicales libres y en la estabilización de moléculas secundarias, algunas de ellas son componentes de hormonas o regulan directamente actividades endócrinas. Los resultados de este estudio se pudieran atribuir al tiempo de tratamiento con los minerales utilizados. Es necesario que se sigan estableciendo estudios sobre la complementación con minerales en animales en el mismo sistema de producción y es recomendable registrar previamente los niveles plasmáticos de los minerales en cuestión para establecer la pertinencia de su complementación.

Cuadro 1. Tasa ovulatoria y tasa de gestación de cabras suplementadas y no suplementadas con un complejo de minerales y sometidas a inseminación artificial a tiempo fijo con semen fresco.

Variables	**Grupo suplementado (GM)**	**Grupo no suplementado (GC)**
Tasa ovulatoria	1.6 ± 0.05 [a]	1.48 ± 0.04 [a]
Tasa de gestación (%)	10/25 (40)[a]	10/25 (40)[a]

± expresa E.E.M.
[a,] y [b] Valores con superíndice diferente entre columnas difieren a ($p<0.05$)

CONCLUSIONES

La complementación con P, I, Zn y Se, no incrementó la tasa ovulatoria ni la tasa de gestación de las cabras multirraciales del norte árido de México sometidas a inseminación artificial a tiempo fijo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo financiero del Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuacultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos: 2017-4-291691,

el cual contribuyó de gran manera a la generación de la mayor parte de la información presentada en este documento.

Al caprinocultor Horacio Hernández Sifuentes y su familia, por las facilidades que brindaron para la realización de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Balakrishnan V., Balagopal, R.: 1994. Serum calcium, phosphorus, magnesium, copper and zinc level in regular breeding buffaloes. Ind. Vet. J.,; 71: 23-25.

Contreras-Villarreal, V., Meza-Herrera, C. A., Rivas-Muñoz, R., Angel-Garcia, O., Luna-Orozco, J. R., Carrillo, E. Véliz-Deras, F. G., 2016. 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.

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 Rreproduction Science, 105(3), 409-416.

Mellado, M., 2008. Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 9, 47-63.

Quiroz-Rocha, G. F., Bouda, J., 2001. Fisiopatología de las deficiencias de cobre en rumiantes y su diagnóstico. *Veterinaria México*, *32*(4), 289-296.

CARACTERIZACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA EFICACIA FÍSICA DE LA RACIÓN CON LA RUMIA, EN VACAS HOLSTEIN Y JERSEY

Montelongo Gutiérrez Zuleyma[1]*, Robles Trillo Pedro Antonio[1], Rodríguez Martínez Rafael[1], Veliz Deras Francisco Gerardo[1]

[1]Universidad Autónoma Agrária Antonio Narro Unidad Laguna Departamento de Posgrado. Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fé, Torreón, Coahuila.
iaz.montelongo@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La eficiencia metabólica del rumen depende en gran medida del mantenimiento de pH dentro de un intervalo óptimo para que en la digestión de la fibra y la reducción en la eficiencia de la síntesis de proteína microbiana puede ser evitado. En este sentido, las vacas lecheras necesitan suficiente forraje en sus dietas que tiene tamaño de partícula adecuado (TP).

El TP como forraje es el factor principal para determinar la cantidad y la función de la dieta fibra detergente neutro físicamente efectiva (peNDF) que se requiere para estimular las actividades de mascar y secreción de saliva alcalina. Los últimos procesos son críticos para la neutralización de los ácidos de fermentación para mantener óptimo el pH ruminal (Allen,1997; Mertens, 1997).

El uso óptimo de la dieta depende de la composición química y las características físicas de la ración (Mertens, 1997), y son medidas a través de la fibra detergente neutro físicamente efectiva (FDNfe) (Kononoff y Heinrichs, 2003). La FDNfe influye en el consumo de materia seca, en la eficacia digestiva, en la estratificación de la digesta y en la formación de la maraña ruminal, en la secreción de saliva que neutraliza los ácidos de la fermentación, en el pH ruminal previniéndose una acidosis ruminal subaguda y ayuda a crear una condición ruminal favorable para el crecimiento de las bacterias (Mertens, 1997; Yang y Beauchemin, 2009) sugirieron que la FDNfe de la dieta con un rango de 30 a 33% podría considerarse óptima para minimizar el riesgo de ARSA (Acidosis Ruminal) en vacas altas productoras. También, varios estudios han indicado que las cabras pueden tolerar una dieta alta en concentrado o baja en fibra efectiva sin causa ARSA como en las vacas. Encontraron que la FDNfe de la dieta arriba del 20% puede prevenir la ARSA en cabras. Se han realizado varios estudios para determinar los efectos de la FDNfe sobre el pH ruminal (Yang y Beauchemin, 2006; 2007), ya que en algunos la FDNfe ha sido un mal indicador del pH ruminal, mientras que en otros sí se ha considerado un buen indicador (Beauchemin y Yang, 2005). En algunos estudios se ha observado que una dieta con una cantidad alta de FDNfe incrementó la masticación y el pH del rumen; mientras que en otras investigaciones no se observaron efectos sobre el pH ruminal (Yang y Beauchemin, 2006;

2009). Además, también se han observado resultados contradictorios sobre el consumo de materia seca y la producción de leche. Sin embargo, la alimentación de las vacas lecheras, las dietas altas en peNDF afectan negativamente a la ingesta de pienso y la eficacia de utilización del pienso. Por ejemplo, Kononoff *et al.* (2003) y Teimouri Yansari *et al*. (2004) han demostrado que el aumento de la dieta por la alimentación peNDF la alfalfa picado en trozos grandes en la dieta reduce la ingesta de materia seca (MS). Otros estudios encontraron el mismo efecto en ensilaje de maíz (MS) y cebada dietas a base de ensilaje, con lo cual se redujeron los forrajes picados, el consumo de MS y la eficiencia alimenticia en vacas lecheras (Kononoff *et al.*, 2003;. Yang y Beauchemin, 2006a). Los objetivos de este estudio fueron determinar el efecto de la eficacia física de la ración completamente mezclada sobre la masticación de vacas Holstein y Jersey en periodo fresco, de alta producción y reto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del sitio experimental

El estudio se realizó en el establo Paredones (25 15;| N 103, 28) ubicado en la Comarca lagunera, que presenta un clima semidesértico, el cual tiene una altura de 1129 m sobre el nivel del mar, y una temperatura anual promedio de 27ºC, alcanzando una temperatura máxima de 43ºC en verano y una temperatura mínima de -5ºC en invierno. Presenta una humedad relativa promedio de 58%, con una máxima de 83% y una mínima de 29%con una precipitación anual de 230 mm (CONAGUA, 2014) se presentan vientos de 5 Km/h y la evaporación es de 2500 mm anual, el periodo del estudio comprendió del 8 al 17 de junio del 2016.

Se utilizaron para este experimento 716 vacas, 339 de la raza Holstein y 377 de la raza Jersey, con más de un parto con un promedio general por vaca, considerándose altas productoras aquellas que tienen una producción de 21 días a 120 días en leche, vacas frescas a las que tengan de 0 a 21 días en leche y vacas reto de 21 días al parto. En ambos casos las vacas fueron alimentadas con una ración que contenía 17% de PC, 30% de FDN y una relación forraje concentrado de 60% 40%.

El estudio se llevó a cabo en época de verano (8 al 17 de junio), con un muestreo de 10 días.

Recolección de muestras para determinar la efFDN

Las muestras de la ración fueron colectadas al momento de servir el alimento a las vacas, alrededor de 600-800 gramos de ración por muestra. Se consideró que al momento del muestreo no existiera contacto entre el alimento y la vaca. El muestreo se realizó con tres

repeticiones al inicio, mitad y final del tirado del alimento por el carro mezclador, las vacas Altas Holstein tuvieron 3 servidas al día, mientras que las altas jersey tuvieron dos al día, el reto jersey y Holstein tuvieron una servida al día al igual que las vacas frescas Holstein y jersey. Tomándose las muestras directo del comedero, limpiado anteriormente el segmento del comedero de donde se recolecto la muestra.

Determinación de la distribución del tamaño de partícula de la RTM

La separación de las partículas de la ración según su tamaño, fue usando el separador de partículas del Estado de Pensilvania (Peen State Particle Separator) conformado por una criba superior de 19 mm, seguida de una de 8 mm y la criba de acero de 1.18 mm y finalmente la bandeja inferior de plástico como base. Una muestra (600-800 gr) se colocó en la criba de 19 mm. El procedimiento de tamizado implico 5 movimientos verticales, de aproximadamente 30 cm para cada lado de la caja y dando dos vueltas completas a la caja (5x4X2), dando como resultado un total de 40 movimientos. Previniendo así, con la rotación, la aglomeración de las partículas. Las cantidades de muestra de cada criba fueron expresadas como un porcentaje del total de la muestra.

Determinación de Materia seca

Se calculó la materia seca en el laboratorio de bromatología de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde se sometieron las muestras del sobrante dentro de un horno, por un lapso de 24 horas a 100°C.

Determinación de la Eficacia Física de la RTM (Ración Totalmente Mezclada)

Se sometieron a cribado la muestra con los movimientos antes descritos. Se determinó el porcentaje detenido en cada nivel de criba, tomando como un 100% el total de la muestra. Para determinar la eficacia física a dos cribas (ef_2), se sumaron los porcentajes obtenidos en la criba de 19 mm y 8 mm y se dividieron entre 100. La eficacia física a tres cribas (ef_3), se obtuvo al sumar los porcentajes de las cribas de 19 mm, 8 mm y 1.18 mm y dividirlo entre 100.

Determinación de la eficacia física de la fibra detergente neutro (efFDN) de la RTM

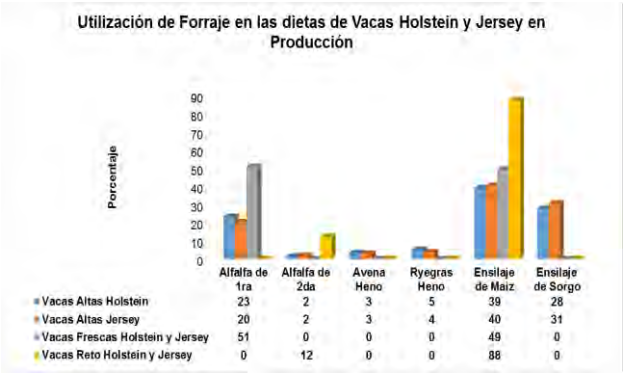
La efFDN, se calculó al multiplicarse la ef (como se describió anteriormente) por la FDN de la ración, la cual se determinó en el laboratorio de la UAAAN y se utilizó la metodología utilizando equipo Digestor/Analizador ANKOM 200/220 y estufa con temperatura regulada a 105 ºC.

Determinación de la masticación de las vacas

En ambos grupos de vacas, la masticación se realizó diariamente utilizando detectores electrónicos de rumia (SCR, Allflex) en cada una de las vacas, los cuales registraron, los movimientos de masticación durante las 24 horas del día.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra la utilización de los diferentes forrajes y concentrados que conforman la dieta de ambas razas, clasificadas por frescas, altas productoras y reto de las cuales se realizó el análisis de este estudio. Se encontró que el ensilaje de maíz es el forraje mas utilizado (88-39%), seguido de alfalfa de primera (51-20%) y ensilaje de sorgo (28-31%) y seguido por otros tres forrajes más, mientras que en los concentrados, el maíz rolado (38-28%) es el mas utilizado seguido de la pasta de soya (17-12%) y de otros cinco concentrados más utilizados en las dietas.



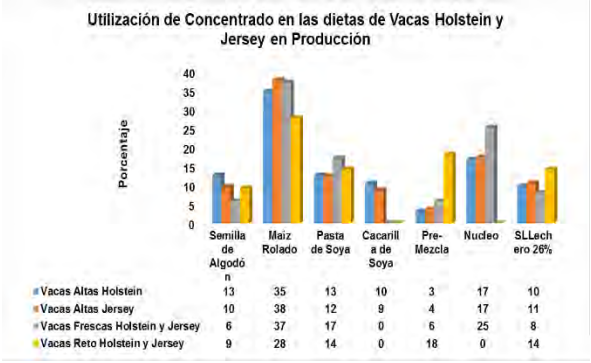


Figura 1. Utilización de los diferentes forrajes y concentrados.

En la Figura se muestra la producción de leche de las Altas productoras Holstein y Jersey, donde las Holstein se mantienen con una producción mayor que las jersey y tienen una permanencia constante. Durante los días del muestreo las vacas Holstein tuvieron una producción de 32.8 lts a 34.8 lts, mientras que las Jersey tuvieron menor producción de 25.8 lts a 27.4.

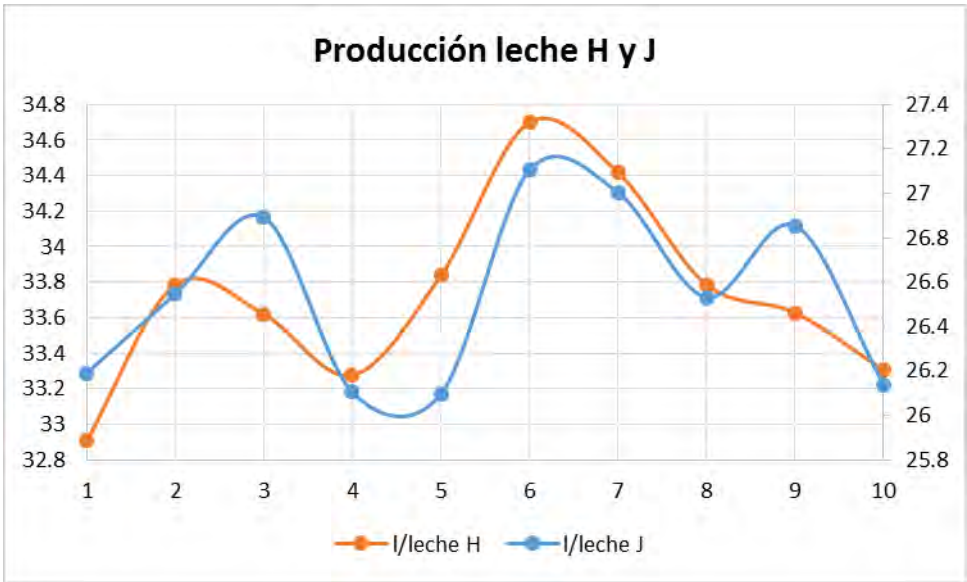


Figura 2. Producción de Leche en Vacas Altas Holstein y Vacas Altas Jersey.

En la Figura 3 se muestra las rumias de cada raza a lo largo de los 10 días del experimento, las vacas jersey mantuvieron una rumia constante, mientras que en la raza Holstein tuvieron un decrecimiento durante el quinto día. La raza Holstein obtuvo un promedio de 536.3 a lo largo de los días del muestreo y la raza jersey tuvo un promedio de 499.3.

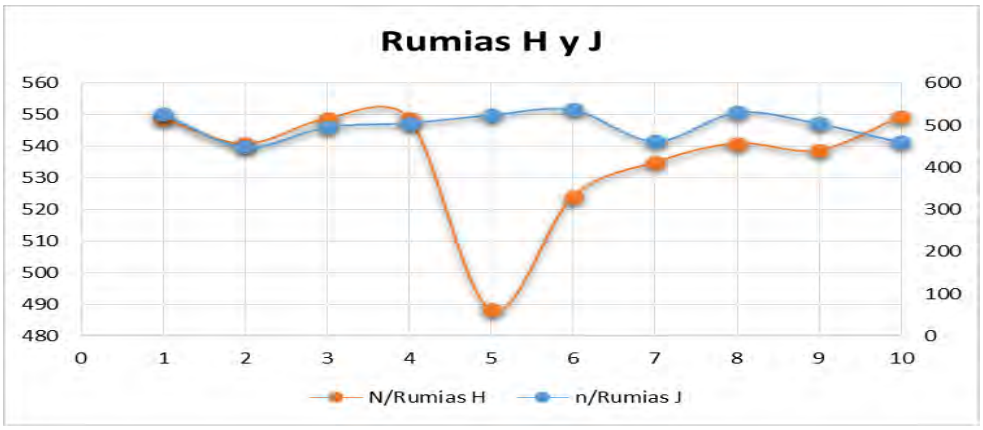


Figura 3. Rumias en vacas altas Holstein y Vacas Altas Jersey.

En la Figura 4 se muestra la relación entre el promedio y la desviación estándar de vacas Altas para ambas razas.

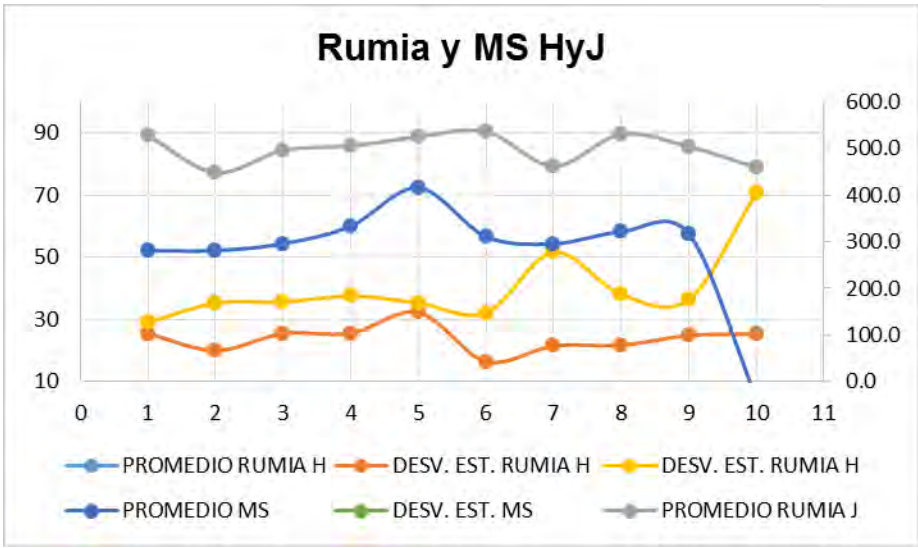


Figura 4. Rumias y Materia Seca en Raza Holstein y Jersey.

CONCLUSIONES

Resalta la importancia de la relación forrajes – concentrados ya que es como se calcula la calidad de la dieta, el número de rumias por día por kg de MS consumida y con ello la calidad de leche producida en vacas productoras y el desarrollo animal para vacas reto. La utilización de los diferentes forrajes y concentrados tubo impacto en cuanto a producción de leche en raza holstein y Jersey, donde las Holstein se mantuvieron con una producción mayor de leche y con mayor permanencia. De igual manera en cuanto a las rumias la raza jersey se mantuvo constante con un promedio mayor a la raza holstein.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, M.S., 1997. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effectivefiber. J. Dairy Sci. 80, 1447–1462.

Beauchemin, K. A., y W. Z. Yang. 2005. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. J Dairy Sci 88: 2117-2129.

Kononoff, P. J.; Heinrichs, A. J.; Lehman, H. A., 2003: The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 86, 3343–3353.

Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J Dairy Sci 80: 1463-1481.

Teimouri Yansari, A., Valizadeh, R., Naserian, A., Christensen, D.A., Yu, P., EftekhariShahroodi, F., 2004.Effects of alfalfa particlesize and specific gravity on chewing activity, digestibility, and performance of Holstein Dairy cows. J. Dairy Sci. 87, 3912–3924.

Yang, W. Z., y K. A. Beauchemin. 2006. Increasing the physically effective fiber content of dairy cow diets may lower efficiency of feed use. J Dairy Sci 89: 2694-2704.

Yang, W. Z., y K. A. Beauchemin. 2007. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Chewing and ruminal ph. J Dairy Sci 90: 2826-2838.

Yang, W. Z., y K. A. Beauchemin. 2009. Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportion versus forage chop length: Chewing and ruminal ph. J Dairy Sci 92: 1603-1615.

INCLUSIÓN DE PASTA DE CARINATA EXTRAÍDA MECÁNICAMENTE EN PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN RESTRINGIDA PARA VAQUILLAS HOLSTEIN.

Karla Rodríguez-Hernández[1*], Jill L. Anderson[2]

[1]C.E. La Laguna – CIRNOC - INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias - Boulevard José Santos Valdez No. 1200 Pte. Col. Centro. Mpio.de Matamoros, Coahuila. C. P. 27440. Tel. (871) 182-3081 y 182-3083.[2]Dairy and Food Science Department, South Dakota State University, Brookings, SD, 57007. *rodriguez.karla@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN.

Los costos de la producción de reemplazos ocupan el segundo lugar después de los costos de alimentación en los establos lecheros. Esto debido a la inversión que se realiza en capital, alimentación y manejo de las vaquillas, durante un lapso aproximado de 2 años (Gabler *et al.,* 2000). El uso de subproductos de la industria de generación de biocombustibles es una estrategia frecuente para reducir los costos de la producción de reemplazos y al mismo tiempo ofrecer proteína de buena calidad para mantener el desempeño productivo de las vaquillas expresado en términos de crecimiento. Dentro de las opciones disponibles se encuentran la pasta de canola y los granos secos de destilería con solubles (DDGS, por sus siglas en inglés), los cuales son más baratos que la pasta de soya.

Una nueva opción en investigación es la pasta de carinata, subproducto de la extracción del aceite de la oleaginosa *Brassica carinata* o mostaza de Etiopía. Las características nutritivas de esta pasta son superiores a la pasta de canola, tales como contenido (aproximadamente 48%) y calidad de la proteína cruda en términos de degradabilidad *in situ* y digestibilidad *in vitro* (Marillia *et al*., 2014; Yu *et al*., 2014; Lawrence y Anderson, 2018). Uno de los desafíos, cómo con todas las pastas subproducto de la industria de los biocombustibles, es que los procesos de extracción incrementan el contenido de nutrientes y en algunos casos, de anti-nutrientes. La pasta de carinata como otras pastas derivadas de oleaginosas parte de la familia de las Brassicas (canola, colza, camelina) es que contienen glucosinolatos. Los glucosinolatos son parte de las defensas de la planta y son inocuos. Sin embargo, cuando las partes vegetativas son dañadas, los glucosinolatos se hidrolizan formando metabolitos secundarios que pueden causar un sabor amargo o en algunos casos afectar negativamente el funcionamiento de la glándula tiroides, y en consecuencia el crecimiento y la reproducción (Tripathi y Misra, 2007; Marilia *et al*., 2014). Una de las ventajas de los rumiantes, es que son más tolerantes a los glucosinolatos que los animales monogástricos (Duncan y Milne, 1992; Majak, 2001).

En las últimas décadas, se ha realizado una cantidad extensiva de investigación en programas de alimentación para vaquillas en crecimiento con el objetivo de incrementar su productividad y reducir los costos del sistema de reemplazos. De los cuales, los programas de alimentación restringida han mostrado ser una excelente herramienta para probar nuevos ingredientes para la inclusión en dietas en vaquillas en crecimiento (Lascano *et al*., 2012; Anderson *et al*., 2015; Lawrence *et al*., 2006; Manthey *et al*., 2017).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el crecimiento de vaquillas Holstein alimentadas bajo un programa de alimentación restringida con una dieta que incluye pasta de carinata extraída mecánicamente comparada con una dieta con granos secos de destilería con solubles.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Para lograr nuestros objetivos se realizó un experimento de alimentación con un diseño de bloques completos al azar de 16 semanas de duración usando 24 vaquillas Holstein (6.6 ± 0.7 meses y 218 ± 27 kg de peso vivo [PV]) con dos dietas tratamiento. El experimento se llevó a cabo en la unidad de Investigación Lechera y Entrenamiento de la Universidad Estatal de Dakota del Sur, Estados Unidos. Se formaron bloques de 2 vaquillas basándose en fecha al nacimiento y PV. Las vaquillas fueron asignadas aleatoriamente a los tratamientos después de asignado el bloque. Las vaquillas fueron habituadas a los corrales experimentales y sistema de alimentación por 2 semanas seguido, de un periodo experimental de 16 semanas.

Las dietas tratamiento fueron (1) pasta de carinata extraída mecánicamente (CRM), y (2) granos secos de destilería con solubles (DDGS) ambos al 10% de inclusión en la dieta en base seca. El restante de las dietas incluyó heno de pasto, maíz molido, pasta de soya, y mezcla mineral para alcanzar los requerimientos de nutrientes y formuladas para permitir consumos similares de proteína y energía entre tratamientos. Las vaquillas fueron alimentadas restringidamente al 2.65% del PV en base seca para alcanzar 0.8 kg/día de ganancia diaria de peso (GDP). Se usó un 10% de inclusión de la pasta de carinata ya que es el límite establecido por la Agencia Federal de Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) para pastas de colza.

Las vaquillas tuvieron acceso *ad libitum* a agua fresca. La ración se ofreció una vez al día (0600 h) usando el sistema de puertas de alimentación Calan (American Calan Inc., Northwood, NH). Antes de la alimentación, los rechazos individuales eran pesados y el consumo diario de cada vaquilla fue registrado. Las raciones fueron ajustadas cada 2 semanas basándose en el PV registrado en los 2 últimos días del intervalo previo de 2 semanas y la materia seca (MS) de los ingredientes de la ración. Durante cada alimentación el heno de pasto picado y la mezcla de concentrados fueron pesados individualmente para cada vaquilla en un contenedor plástico

grande, mezclados a mano y después colocados en las cajas Calan. Semanalmente, se tomaron muestras del heno de pasto y de la mezcla de concentrados. Mensualmente, se tomaron muestras de los ingredientes individuales de la mezcla de concentrados (maíz molido, pasta de soya, pasta de carinata y granos secos de destilería con solubles). Todas las muestras se almacenaron a -20°C hasta su procesamiento y análisis.

Al inicio del estudio, y cada 2 semanas se realizaron mediciones de la morfometría corporal incluidos PV, altura a la cruz, altura a la cadera, ancho de cadera, circunferencia de tórax y largo corporal en 2 días consecutivos 4 horas después de ofrecido el alimento. Se calificó la condición corporal cada 2 semanas por 4 observadores independientes basándose en la escala de cuartos de punto considerando 1 como emaciada y 5 como obesa (Wildman *et al*., 1982).

Las concentraciones de nutrientes de la dieta se calcularon basándose en el análisis del heno de pasto y mezcla de concentrados para cada tratamiento. Se realizó análisis bromatológico para contenido se cenizas, proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), extracto etéreo (EE) de acuerdo con la metodología de la AOAC (2002). Los carbohidratos no fibrosos se calcularon como porcentaje: CNF = 100 – (% cenizas + % PC + % FDN + % EE) de acuerdo con el NRC (2001). El análisis de glucosinolatos en la pasta de carinata fue realizado en un laboratorio del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-ARS, Peoria, IL).

Todos los datos se analizaron usando el programa estadístico SAS versión 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC). Para determinar GDP la diferencia entre cada punto de colección de datos fue calculada y el punto previo y después dividida entre el número de días en el periodo [ej. (semana 2 – semana 0) /14 días]. La eficiencia alimenticia fue calculada como la tasa de GDP y consumo de MS total por cada vaquilla en cada intervalo de 2 semanas.

Consumo de MS, eficiencia alimenticia, mediciones morfométricas, condición corporal y GDP fueron analizados como un diseño de bloques completamente al azar con semana como medición repetida y el término vaquilla (bloque) como el sujeto usando el PROC MIXED de SAS (Littell *et al*., 2006). Las mediciones iniciales (semana 0) fueron usadas como covariable para cada variable respectiva. El modelo incluyó tratamiento, semana y la interacción tratamiento × semana. El criterio de Akaike fue empleado para determinar la estructura de covarianza más apropiada en las mediciones repetidas para cada parámetro. Simetría compuesta resultó en el menor valor absoluto de Akaike y fue usada para el modelo final. Las diferencias entre tratamientos fueron declaradas con $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La composición nutricional de las dietas tratamiento se presenta en la Cuadro 1. El glucosinolato detectado fue sinigrina.

Cuadro 1. Composición nutrimental de las dietas tratamiento, las cuales incluyeron 10% pasta de carinata (CRM) o 10% granos secos de destilería con solubles (DDGS) las cuales fueron ofrecidas bajo un programa de alimentación restringida a vaquillas Holstein durante 16 semanas

	Dieta	
Ingrediente, % MS	CRM	DDGS
Heno de pasto	63.53	63.53
Pasta de carinata	10.00	-
DDGS	-	10.00
Maíz molido	14.51	13.01
Pasta de soya	10.51	12.01
Premezcla mineral	0.65	0.65
Carbonato de Ca	0.40	0.40
Sal	0.40	0.40
Nutriente		
MS, %	86.9	86.8
Cenizas	8.5	8.5
MO	91.5	91.5
PC	15.5	15.3
FDA	26.0	25.7
FDN	46.0	46.9
EE	3.5	2.4
CNF	26.5	27.0
FDN Forraje	41.7	41.7
FDN no de forraje	4.2	5.2
Glucosinolatos, mg/g	2.6	-
EM, Mcal/kg de MS	2.38	2.34
ENg, Mcal/kg de DM	0.87	0.85

No se detectó efecto de tratamiento para ninguna de las variables estudiadas (Cuadro 2). Se detectó efecto de semana para todas las variables lo cual era esperado ya que las vaquillas se encontraban en crecimiento. Hubo efecto de la interacción tratamiento × semana para CMS y eficiencia alimenticia debido a que el CMS de las vaquillas alimentadas con DDGS fue 1 kg mayor que el de las vaquillas alimentadas con CRM durante la primera semana del experimento, posteriormente los CMS no difirieron entre tratamientos (Figura 1). Este efecto en el consumo posiblemente se deba al sabor amargo que puede producir la hidrólisis de los glucosinolatos (Triphati y Misra, 2007). En general, los resultados obtenidos fueron normales y comparables con otros estudios de alimentación realizados por nuestro grupo de alimentación

durante el presente rango de edades (Anderson *et al*., 2015; Lawrence *et al*., 2016; Manthey *et al*., 2016).

Cuadro 2. Peso vivo (PV), ganancia de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS), eficiencia alimenticia (EA), y morfometría de vaquillas Holstein bajo un programa de alimentación restringida y dos dietas tratamiento, inclusión del 10% de pasta de carinata (CRM) o inclusión del 10% de granos secos de destilería con solubles (DDGS)

Variable	Tratamiento		ESM	Valor de P		
	CRM	DDGS		Tratamiento	Semana	Tratamiento × Semana
PV, kg	269.9	268.9	1.4	0.61	<0.01	0.99
GDP, kg/d	0.837	0.825	0.0282	0.76	<0.01	0.97
CMS, kg/d	6.55	6.42	0.159	0.58	<0.01	<0.01
Eficiencia	0.131	0.130	0.0037	0.93	<0.01	<0.01
Alto a la cruz, cm	122.8	123.4	0.53	0.46	<0.01	0.22
Alto a la cadera, cm	126.0	126.4	0.27	0.30	<0.01	0.43
Largo corporal, cm	114.9	114.6	0.73	0.76	<0.01	0.84
Circunferencia de tórax, cm	145.6	145.2	0.53	0.64	<0.01	0.68
Ancho de cadera, cm	38.0	38.2	0.28	0.47	<0.01	0.82
CC	3.0	3.0	0.01	0.47	<0.01	0.82

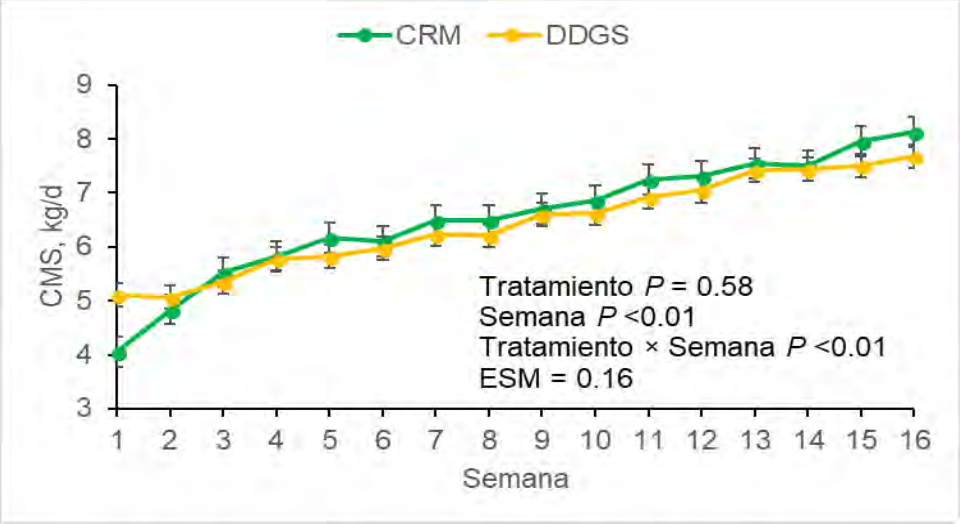


Figura 1. Consumo de materia seca (CMS) de vaquillas Holstein alimentadas con 10% de inclusión de pasta de carinata (CRM) o 10% de granos secos de destilería con solubles (DDGS)

CONCLUSIONES.

A pesar de contener sinigrina, las vaquillas alimentadas con CRM se adaptaron al sabor y el CMS no fue afectado por un periodo largo. Sin embargo, los productores deben estar conscientes de que las vaquillas pudiesen requerir de tiempo para ajustarse al sabor de la pasta

de carinata extraída mecánicamente. la inclusión al 10% de pasta de carinata mantuvo el crecimiento de vaquillas comparado con 10% de inclusión de granos secos de destilería con solubles en programas de alimentación restringida.

Agradecemos al Dr. Mark Berhow (USDA-ARS, Peoria, IL) por el análisis de glucosinolates. Esta investigación fue financiada por la Iniciativa de Oleaginosas de Dakota del Sur y la Estación Experimental de la Universidad Estatal de Dakota del Sur. Además, contribuye a los entregables del Proyecto multi-estado de la USDA NC1204: Avances de Brassica Carinata.

BIBLIOGRAFÍA.

Anderson, J. L., K. F. Kalscheur, A. D. Garcia, and D. J. Schingoethe. 2015. Feeding fat from distillers dried grains with solubles to dairy heifers: I. Effects on growth performance and total tract digestibility of nutrients. J. Dairy Sci. 98:5699-5708.

AOAC International. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.

Duncan, A. J., and J. A. Milne. 1992. Rumen microbial degradation of allyl cyanide as a possible explanation for the tolerance of sheep to brassica-derived glucosinolates. J. Sci. Food Agric. 58: 15–19.

Majak, W. 2001. Review of toxic glycosides in rangeland and pasture forages. J. Range. Manage. 54:494–498.

Gabler, M. T., P. R. Tozer, and A. J. Heinrichs. 2000. Development of a cost analysis spreadsheet for calculating the cost to raise a replacement dairy heifer. J. Dairy Sci. 83:1104-1109.

Lascano, G. J., M. Velez, J. M. Tricarico, and A. J. Heinrichs. 2012. Nutrient utilization of fresh sugarcane-based diets with slow-release nonprotein nitrogen addition for control-fed dairy heifers. J. Dairy Sci. 95:370-376.

Lawrence, R. D., J. L. Anderson, and J. A. Clapper. 2016. Evaluation of camelina meal as a feedstuff for growing dairy heifers. J. Dairy Sci. 99: 6215–6228.

Littell, R. C., G. A. Milliken, W. W. Stroup, R. D. Wolfinger, and O. Schabenberger. 2006. SAS for Mixed Models, 2nd ed. SAS Institute, Cary, NC

Manthey, A. K., J. L. Anderson, and G.A. Perry. 2016. Feeding distillers dried grains in replacement of forage in limit-fed dairy heifer rations: Effects on growth performance, rumen fermentation, and total tract digestibility of nutrients. J. Dairy Sci. 99:7206–7215.

Marillia, E., T. Francis, Falk K. C., M. Smith, and D. C. Taylor. 2014. Palliser´s promise: Brassica carinata, an emerging western Canadian crop for delivery of new bio-industrial oil feedstocks. Biocatal. Agric. Biotechnol. 3:56-74.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Wildman, E. E., G. M. Jones, P. E. Wagner, R. L. Boman, H. F. Troutt Jr., and T. N. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to standard production characteristics. J. Dairy Sci. 65:495-501.

Yu, P., H. Xin, Y. Ban, and X. Zhang. 2014. Interactive association between biopolymers and biofunctions in carinata seeds as energy feedstock and their coproducts (carinata meal) from biofuel and bio-oil processing before and after biodegradation: current advanced molecular spectroscopic investigations. J. Agric. Food Chem. 62:4039-4047.

VALORACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUA QUE CONSUME EL GANADO CAPRINO PARA LAS COMUNIDADES RURALES DE LA COMARCA LAGUNERA

Miguel Palomo-Rodríguez[1], Uriel Figueroa Viramontes[2], Magali Jeaneth López Calderón[3], Damián Chavarría Nava[4] y Miguel Ángel Méndez Guzmán[4]

[1]Investigador de INIFAP-Campo Experimental La Laguna, hasta el 2018; inifapjuarez@hotmail.com
[2]Investigador vigente de INIFAP-Campo Experimental La Laguna; [3]Estudiante de Doctorado de la Universidad Juárez del Estado de Durango, [4]UAAAN-Unidad Laguna.

INTRODUCCIÓN

La presencia de arsénico (As) en el agua subterránea utilizada para consumo potable de la población humana o animal, es uno de los problemas sanitarios más importantes a nivel mundial. El As es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza y de elevada toxicidad para los seres vivos. Los casos reportados de intoxicación crónica en el hombre provienen de países como Argentina, Bangladesh, Chile, México, China, Hungría, India, Taiwán, Tailandia, Reino Unido y Estados Unidos de América, donde la exposición a través del agua de consumo potable afecta a varios millones de personas (Bhattacharya *et al.,* 2002).

El As ocupa el vigésimo lugar de abundancia en la corteza terrestre, se presenta en forma combinada con otros elementos, en más de 200 compuestos diferentes (Thomton y Farago, 1998). Las principales vías de exposición para el hombre son los alimentos y el agua potable para consumo, en los cuales el As se presenta en forma de varias especies químicas de distintas toxicidad (Marrero y Smichowski*,* 2001). De las conocidas actualmente, el AsI, término que engloba a la sumatoria de las especies As(IIII) y As(V), está clasificado como carcinógeno para el ser humano (grupo I) por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (Smedley y Kinniburgh, 2001).

La Organización Mundial de la Salud (WHO, 1989) recomienda un contenido de As en el agua de consumo potable de 10 ug L^{-1} (WHO, 1993) y establece como valor toxicológico de referencia para el AsI, una ingesta semanal tolerable provisional de As de 15 µg/semana/kg peso corporal (WHO, 1989). En México la norma NOM-127-SSA1-1994 establece un LMP de 0.025 mg L^{-1} (25 ppb) para agua de consumo potable, de la población.

La norma internacional para agua que consume el ganado, señala un límite máximo permisible de 0.200 mg L^{-1} (200 ppb) de arsénico en el agua que se ingiere en los diversos sistemas de producción pecuarios (US-EPA, 1972). Farías *et al.,* (2006) señala la importancia de los estudios sobre calidad del agua realizados en la provincia de Jujuy Argentina (De Sastre, 1987), en el que se determinó el contenido de arsénico total en muestras de aguas subterráneas y

superficiales de toda la provincia y otro estudio realizado recientemente sobre las misma fuentes en zonas de La Puna, potencialmente contaminadas con As y la zona de los valles, libres de contaminación (Farías *et al.,* 2006).

Investigaciones indicadas por Pérez *et al.,* (2007) señalan que para 28 sistemas de producción lechera en el sudeste de la provincia de Córdova Argentina, se tiene una concentración promedio de 1.28 mg L^{-1} de arsénico (1280 ppb), que excede a la norma hasta en 6 veces, en cambio para agua más profunda de bombeo sumergible, posee 0.056 mg L^{-1} (56 ppb) de arsénico.

Vázquez *et al.,* (2004) muestra resultados de investigación sobre la presencia de arsénico en la provincia de Santa Fe Argentina, para aguas subterráneas, que poseen en forma natural concentraciones mayores a 0.050 mg l^{-1} (50 ppb), mismas que provienen de la disolución de minerales, principalmente sulfuros de arsénico (arsenopirita: FeAsS), que se encuentran en mayor proporción en depósitos volcánicos de algunos suelos; éste problema repercute fuertemente en los hatos de producción animal que la consumen. En Argentina el desarrollo de la ganadería esté ligado a la disponibilidad y calidad del agua utilizada para el abastecimiento de los animales, ya que se indica la presencia de nitratos, arsénico y flúor en muy altas concentraciones (Pérez *et al.,* 2007; Pérez y Fernández, 2004-2005).

Todas las investigaciones realizadas hasta ahora en la Comarca Lagunera, se avocan a caracterizar la naturaleza del problema de As en agua de bombeo y su repercusión en la salud pública de la población humana, sin embargo se desconoce el impacto que puede ofrecer el consumo de As en los sistemas de producción pecuarios y su bio-transferencia en la cadena alimenticia.

El Sistema Inter-Municipal de Agua y Saneamiento (SIMAS), es el responsable de garantizar que el consumo de agua potable que se le ofrece a la población de diversos municipios, presente una concentración de As menor al límite máximo permisible (LMP) vigente a partir del 2005, que es de 0.025 mg L^{-1} (25 ppb) establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, sin embargo en el sector rural donde predomina en forma acentuada el problema de elevada concentración de éste metaloide, es de esperar que la población de ganado caprino se encuentre en riesgo de consumir concentraciones importantes de arsénico, que pueden aproximarse al LMP establecido por US-EPA (1972).

Por lo anterior, los objetivos de la presente investigación fueron: a) Ubicación de establos caprinos del sector Rural para desarrollar la selección de muestras en la Comarca Lagunera; b) Colecta de muestras de agua de la fuente de abastecimiento y bebederos de las cabras; c) Determinar la concentración de arsénico que se consume en los diversos sistemas de

producción caprinos; d) Establecer variaciones en la concentración de arsénico para la fuente de suministro, con respecto a los bebederos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Comarca Lagunera, donde se involucraron comunidades rurales de cuatro municipios del estado de Coahuila (Matamoros, Viesca, Francisco I. Madero, y San Pedro de las Colonias), así como comunidades rurales de tres municipios del estado de Durango (Tlahualilo, Gómez Palacio y Mapimí). Fueron colectadas muestras de agua de 181 localidades o sistemas de producción caprinas, de las cuales en cada localidad se colectó agua de la fuente de abastecimiento por duplicado y de los bebederos de las cabras igualmente por duplicado, para un total de 724 análisis de laboratorio. La colecta de muestras del agua incluyó la ubicación georeferenciada, así como propietario y usos de su fuente de suministro. Los recipientes de colecta fueron de plástico con un volumen de 0.5 litros y preservadas en HNO_3 (0.05 por ciento) para garantizar un pH < 2, mismas que fueron transportadas en ambiente de 4° C (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

Para las determinaciones de arsénico se utilizó un Espectrofotómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito Integrado Perkin Elmer Precisely A Analyst 700. La determinación de este parámetro se realizo bajo el procedimiento 3500-As de APHA-AWWA-WPCF (1992) y/o método de referencia 206.2 EPA/3113B SM. La cuantificación de arsénico se realizó a partir de las respectivas curvas de calibración con un estándares certificados de referencia para arsénico puro (1,000 ppb mL^{-1} con 2 por ciento de HNO_3), donde las curvas de calibración fueron para 25, 50, 75 y 100 ppb. Para el control de calidad interno de las determinaciones analíticas se consideró el análisis de blancos y lecturas de estándares de concentración conocidas en series de cada 10 muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Arsénico en el agua de los sistemas de producción caprinos

El Cuadro 1 presenta la información de 181 localidades o sistemas de producción caprinos, que fueron involucradas en la investigación y presentan una amplia diversidad de concentraciones para arsénico en el agua que consume el ganado. Para propósitos de organizar los resultados generados de arsénico en el agua, se tomo como punto de partida el límite máximo permisible (LMP) establecido por la norma (US-EPA, 1972), donde se establece una concentración máxima de 0.200 mg L^{-1} (200 ppb) para consumo pecuario. Sobre esta base fueron elaborados cuatro estratos de riesgo: a) riesgo nulo (< 25 ppb), b) riesgo bajo (25 – 100 ppb), c) riesgo

medio a moderado (101 – 200 ppb) y d) riesgo que excede a la norma (> 200 ppb).

Cuadro 1. Presencia de arsénico en 181 localidades o sistemas de producción de la Comarca Lagunera, estratificados en cuatro niveles de riesgo, para los bebederos del ganado caprino.

Estrato de riesgo (ppb)	Valor máximo	Valor mínimo	Promedio	Desviación Estándar	Por-ciento	N
< 25	24.86	1.09	14.99	6.947	16.02	29
25 – 100	98.69	26.11	57.25	17.076	73.48	133
101 – 200	195.00	102.70	144.56	28.113	12.00	12
> 200	1112.00	216.50	446.47	323.540	3.86	7

En términos generales el agua que consume el ganado caprino del área de estudio, cumple con la normatividad en el 96.14 % de las localidades estudiadas, toda vez que solo el 3.86 % excede al LMP de acuerdo con US-EPA (1972). El comportamiento de la concentración de arsénico en agua para el consumo del ganado caprino, presenta una curva de distribución normal, donde la mayor frecuencia relativa de los resultados de arsénico corresponden para la clase 25 -100 ppb, con valores extremos mínimos y mayores que corresponden a concentraciones < 25 ppb y > 200 ppb. En un término medio se ubican las localidades que poseen concentraciones del rango 101-200 ppb.

Variaciones en la concentración de arsénico

Al comparar la información generada para las concentraciones de arsénico del agua que corresponden a la fuente de abastecimiento con respecto a los bebederos, en los Cuadros 2 y 3 se indican las variaciones que ocurrieron. Para presentar las variaciones en la concentración de arsénico de los bebederos, se tomaron 56 sistemas de producción como un ejercicio, donde los sistemas de producción se escogieron de manera aleatoria.

En todos los casos se presenta un aumento de arsénico cuando el agua se encuentra en los bebederos de las cabras. La colecta de muestras para 181 sistemas de producción ocurrió durante los meses abril a septiembre, es decir en la mayoría de las ocasiones se registraban eventos de excesivo calor de primavera-verano, lo que favoreció una alta demanda evaporativa del agua de los bebederos, que a su vez ocasionan una mayor concentración del arsénico, así como de los iones solubles que posee la fuente de suministro.

Cuadro 2. Concentración de arsénico (ppb) en agua que corresponde a la fuente de abastecimiento y bebederos de las cabras del sector rural en la Comarca Lagunera, conformado en tres columnas para 30 sistemas de producción estabulados e intensivos.

Fuente de abaste-cimiento	Bebedero de cabras	Fuente de abaste-cimiento	Bebedero de cabras	Fuente de abaste-cimiento	Bebedero de cabras
41.37	43.71	44.84	44.86	32.59	32.86
43.83	44.63	56.42	57.35	37.29	42.35
43.68	45.30	69.09	70.72	39.20	42.42
68.09	74.34	67.11	69.61	33.13	49.57
67.36	79.12	64.25	66.13	5.56	9.38
70.14	74.36	53.36	54.18	164.70	171.90
69.15	77.03	56.35	60.95	6.43	8.50
56.49	58.56	69.09	74.14	82.51	84.10
15.92	19.61	78.58	83.04	82.95	90.62
18.22	22.26	68.66	102.70	56.50	60.15

Quedó de igualmente evidenciada la condición de escasa higiene en muchos de los sistemas de producción que corresponden a los bebederos, lo que propicia una alta carga microbiológica, que en consecuencia puede repercutir en la salud de los ejemplares.

Cuadro 3. Concentración de arsénico (ppb) en agua que corresponde a la fuente de abastecimiento y bebederos de las cabras del sector rural en la Comarca Lagunera, conformados en tres columnas para 26 sistemas de producción estabulados e intensivos.

Fuente de abaste-cimiento	Bebedero de cabras	Fuente de abaste-cimiento	Bebedero de cabras	Fuente de abaste-cimiento	Bebedero de cabras
18.83	19.63	159.70	166.30	48.32	49.51
18.01	18.85	50.22	73.74	112.20	118.40
19.61	19.78	45.60	45.90	62.55	66.92
17.48	18.42	36.05	39.22	52.42	56.62
19.37	19.80	41.26	45.23	53.11	60.54
55.46	55.65	43.17	53.63	63.17	75.87
186.60	216.50	38.31	39.81	73.75	81.70
42.26	42.61	37.80	41.14	78.25	83.65
57.94	64.47	61.39	64.70	- -	- -

La mayor frecuencia relativa de aumentos de arsénico corresponden a la concentración de de agua de los bebederos y se presenta en valores menores a 5 ppb, es decir al comparar la fuente de abastecimineto con respecto a los bebederos, un 67.85 por ciento de la población evaluada, presenta aumentos menores a 5 por ciento. Los sistemas de produccion caprinos que registran aumentos en la concentración de arsénico, mayores al 15 porciento son del 7.12 porciento. Para evitar altos aumentos en la concentración de arsenico, salinidad así como iones especificos, convendría que los productores de cabras, mantengan los bebederos en una area

sombreada de ser posible y mantener higienicamente los bebederos con cambios diarios de agua para su consumo.

Cuadro 4. Incremento en la concentración de arsénico en los bebederos de agua que consume la población caprina de la Comarca Lagunera, por efecto de la alta evaporación del agua, con respecto a la fuente de abastecimiento.

Aumento en la concentración de arsénico del agua de los bebederos (ppb)	Frecuencia relativa (por ciento)
< 5	67.85
5.1 – 10.0	19.64
10.1 - 15.0	5.35
15.1 – 20.0	1.78
20.1 – 25.0	1.78
25.1 – 30.0	1.78
30.1 – 35.0	1.78

CONCLUSIONES

Fue evaluada la concentración de arsénico en el agua que consume el ganado caprino de las zonas rurales que conforman la Comarca Lagunera, para 189 localidades o sistemas de producción. Las concentraciones estuvieron en el rango 1.09 - 1112 µg L^{-1} y la alta probabilidad de ocurrencia se presentó para el rango conformado para concentraciones < 100 µg L^{-1} (89.50 %), seguido del rango 100-200 µg L^{-1} (12.00 %) y una baja frecuencia de la población bajo estudio (3.86 %) corresponde para concentraciones que superan al límite máximo permisible establecido por la norma (200 µg L^{-1}).

BIBLIOGRAFÍA

APHA-AWWA-WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17 Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. USA.

Bhattacharya, P.; Frisbie, S.; Smith, E.; Naidu, R.; Jacks, G. and Sarkar, B. 2002. Arsenic in the Environment: A Global Perspective. En Sarkar, B., (Ed.) Handbook of Heavy Metals in the Environment. Marcell Dekker Inc. New York, 147-215.

Farías S., Servant R., Ponce R., Avila C. M., Bovi M. G., Véléz D., y Montoro R. 2006. Determinación de arsénico total e inorgánico en carne de llama y su relación con arsénico total presente en agua de bebida en la provincia de Jujuy Argentina. www.produccion-animal.com.ar consultado en febrero del 2016.

Marrero, J. F. and S. Smichowski. 2001. Influence of sample pre-treatruent on the determination of As and Se in Antartic krill by HG-ICP-AES. Química Analítica 20:13-19.

Pérez, C. A.; Moscuzza, C.; Grassi, D. y Fernández C. A. 2007. Composición mineral del agua de bebida en sistemas de producción lechera en Córdoba, Argentina. Vet. Méx., 38 (2):153-164

Pérez, C. A. y Fernández, C. A. 2004. Niveles de arsénico y flúor en agua de bebida animal en establecimientos de producción lechera. Córdoba, Argentina. Invet 6:51-59

Pérez, C. A. y Fernandez, C. A. 2005. Arsenic concentration in water and bovine milk in Cordoba, Argentina. Preliminary results. J. Dairy Res 72:122-124

Smedley, P. and D. Kinniburgh. 2001. Arsenic in Drinking water: Source and Behaviour of arsenic in Natural Waters. OMS 78(9), 1093-1103

Thomton, L. and M. Fargo. 1998. "The Geochetnistry ol' Arsenic". Environ. Sci. Techizol. 32(16), 2425-2430.

US-EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1972. Water quality criteria. Ecological Research Series. EPA R373033. Washington D.C. USA.

Vázquez H., Ortolani V., Rizzo G., Bachur J., y Pidustwa V. 2004. Arsénico en aguas subterráneas: Criterios para la adopción de límites tolerables. Regulación de Servicios Sanitarios, Provincia de Santa Fe, Argentina. 26 p.

WHO. 1989. Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants; 33rd report of the Joint FAO-IWHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 759. Geneva, Switzerland.

WHO. 1993. World Health Organization. Guidelines for Drinking-Water Quality, Vol. 1. Recommendations, WHO. Geneva, Switzerland.

ECONOMÍA, MAQUINARIA AGRÍCOLA, MANEJO DE RECURSOS NATURALES Y RASPA

VALIDACIÓN EN CONDICIONES DE SECANO DE SEMBRADORA NEUMÁTICA PARA SIEMBRA EN CAMAS A CUATRO HILERAS

Esteban Salvador Osuna Ceja, Francisco Garibaldi Márquez, Raúl Vidal García Hernández y Ernesto Martínez Reyes

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 forma tradicional, los agricultores de frijol y maíz de temporal en el estado de Aguascalientes, realizan la siembra de ambos cultivos en surcos de 76 y 80 cm con sembradoras mecánicas, las cuales, en general, son poco eficientes en el control del reparto de semilla y en el manejo de la profundidad de siembra (Hernández-Escudero *et al*., 2013). Otro factor crítico en siembras de temporal en la entidad es la poca humedad disponible durante el ciclo de cultivo (Osuna *et al*., 2015).

Bajo este contexto, es fundamental en el establecimiento de cualquier cultivo, el realizar una siembra adecuada para la obtención de las densidades de plantas por unidad de superficie, ya que es la base para estar en posibilidades de obtener buenos rendimientos. En el proceso de diseño de equipos para la siembra de cultivos, se requiere hacer pruebas y adecuaciones que permitan mejorar la distribución de la semilla y la emergencia de las plantas de los cultivos (Cepeda *et al*., 2004). El éxito de un cultivo depende, en más de un 50%, de las condiciones de siembra. Por tanto, adecuar los medios de trabajo de los elementos de la sembradora a las necesidades particulares de cada momento resulta básico (Gil *et al*., 2008). La densidad de población y la distribución espacial de las plantas son factores asociados al manejo eficaz de un cultivo para que este exprese su máximo potencial de rendimiento (Maroni *et al*., 2003).

Al considerar las condiciones agroclimáticas de la zona de temporal del estado de Aguascalientes, ésta se caracteriza por una baja y errática precipitación, con eventos de lluvia escasos, con alta intensidad y corta duración, que al caer sobre terrenos agrícolas desnudos o desprotegidos de vegetación, aceleran los procesos de erosión y escurrimiento, cuyo efecto se refleja en producciones agrícolas relativamente bajas y ampliamente impredecibles. Además, los costos de inversión que hacen los productores al comprar maquinaria y equipo para la producción agrícola son altos y no resuelven sus necesidades en forma eficiente, segura y rentable.

Por estas razones, investigadores del programa de mecanización del INIFAP-Campo Experimental Pabellón diseñaron una sembradora neumática que puede sembrar con precisión granos medios como frijol, maíz a cuatro hileras sobre camas. Además, permite captar agua de lluvia *in situ* y aplicar fertilizante químico u orgánico en *pelets*, con la finalidad de hacer su aplicación en un solo paso para disminuir los costos de inversión. El objetivo del presente trabajo fue validar agronómicamente este prototipo de sembradora neumática en el cultivo de frijol y maíz bajo condiciones de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el verano 2017, en la localidad de San Luís de Letras, municipio de Pabellón de Arteaga, Ags., se ubicó un terreno con superficie de una hectárea, propiedad del Sr. Víctor Manuel Méndez Hernández donde se validó un prototipo de sembradora neumática para la siembra en camas a cuatro hileras en frijol y maíz, la cual tiene un dispositivo integrado para hacer "Pileteo" en los costados de la cama. El área fue preparada con labranza vertical (práctica que evita la inversión del suelo) mediante un paso de subsolador integral biomimético. La siembra en condiciones de temporal y suelo húmedo se realizó el 01 de agosto; el equipo validado fue diseñado por investigadores del Programa de Mecanización del CEPAB-AGS (Garibaldi *et al*., 2016).

La evaluación del prototipo de sembradora se basó en la siembra de frijol variedad Pinto Saltillo y maíz V-209 para temporal en camas de 1.52 m de ancho con cuatro hileras distribuidas a 30 cm entre éstas. En cada una de las siembras realizadas, se calibró el equipo para establecer una densidad de población de ±180,000 y ±160,000 plantas por hectárea, en ambos cultivos respectivamente, y al mismo tiempo se pileteó a un costado de la cama de siembra. El manejo agronómico de ambos cultivos se basó en las recomendaciones del INIFAP para esta región de estudio. El control de malezas se hizo con maquinaria mediante un paso de cultivadora a los 20 días después de la siembra (DDS); además de un deshierbe manual, posterior a la escarda (40 DDS). Para el control de plagas como chicharrita (*Empoasca kraemeri*, Ross & Moore) y mosquita blanca (*Trialeurodes* sp.) se aplicó Dimetoato CE 38, en dosis de 1 litro por hectárea sólo en el caso de frijol. Esta práctica se realizó de forma conjunta con la fertilización foliar (se asperjó al follaje 12 kg de urea y 6 kg de ácido fosfórico por hectárea), la cual se realizó a los 50 DDS. En el caso del maíz, se cultivó a los 25 DDS. No se aplicaron agroquímicos para controlar plagas, por no presentarse. En ambos cultivos, no se utilizó un diseño experimental; la unidad experimental consistió de tres camas de 150 m de largo. Durante el ciclo de los cultivos se registraron datos de precipitación y temperatura.

A la cosecha, en el caso de frijol se tomaron datos sobre número de vainas y granos por planta (promedio de 5 plantas tomadas al azar dentro de las hileras de cada cama sembrada), el peso de 100 semillas y rendimiento de grano (dentro de la unidad de producción se tomaron al azar diez parcelas de 1.52 m de ancho por 5 m de longitud); en maíz se tomaron datos de biomasa verde (BV), materia seca (MS) y altura de planta, al igual que en el frijol se tomaron al azar diez parcelas de 1.52 m de ancho por 5 m de largo.

Para la interpretación de resultados en ambos cultivos, se realizó un análisis de estadística descriptiva, que incluyó la media, mediana, desviación estándar, coeficiente de variación, mínimo y máximo, las cuales fueron obtenidas para cada una de las variables medidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como en todo cultivo de temporal la lluvia es factor categórico de productividad, aún más si se trata de una región semiárida, como lo es la mayor parte del estado de Aguascalientes. En este caso, el año en estudio resultó regular en cuanto a la distribución de lluvia.

Durante los primeros 92 días del desarrollo de los cultivos (maíz y frijol), las lluvias se presentaron con cierta regularidad, alcanzando un promedio de 3 días con lluvia por semana y acumulándose en total 345 mm durante todo el ciclo del cultivo. A partir del 10 de octubre las lluvias disminuyeron notablemente (Figura 1).

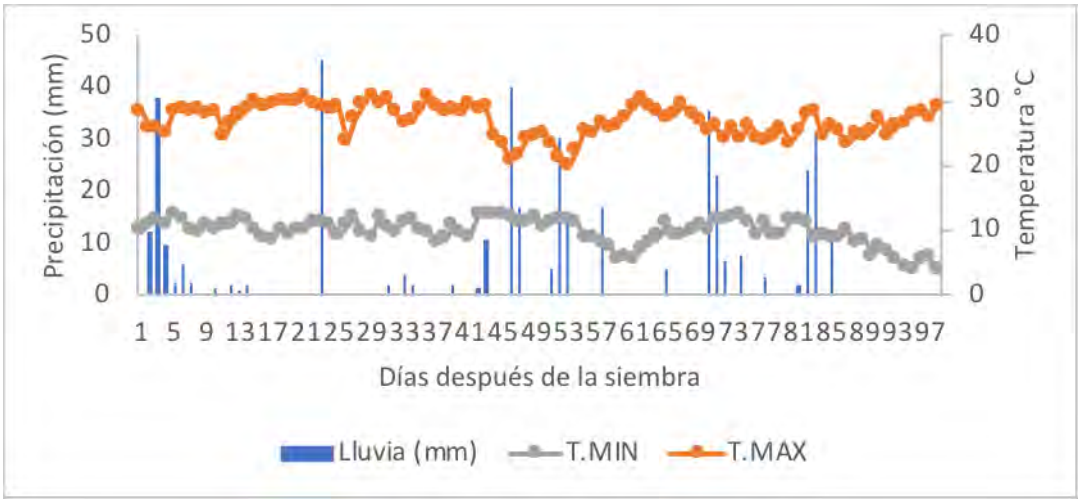


Figura 1. Temperatura máxima y mínima y precipitación diaria, durante el ciclo de cultivo de frijol de temporal. San Luís de Letras, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. 2017.

Con la cantidad de lluvia que se presentó en los meses de agosto (125.4 mm), septiembre (148.6 mm) y octubre (71.0 mm); existió buena captación de agua *in situ*. En consecuencia, mayor disponibilidad de humedad en las diferentes fases de desarrollo de los cultivos, lo que repercutió en altos rendimientos de grano y forraje de frijol y maíz.

Los rendimientos de frijol y maíz en el ciclo PV-2017, para la evaluación de la sembradora en San Luís de Letras (Cuadro 1 y 2), muestran la ventaja que tiene el sistema de siembra en cama con cuatro hileras para esta zona de temporal deficiente. En el Cuadro 1, se muestra el incremento de rendimiento de frijol, el cual varió de 1.59 a 1.91 t ha^{-1} con una media de 1.75 t ha^{-1}. Con respecto a los componentes del rendimiento, estos variaron de 43 a 72 vainas/planta con una media de 55.6 vainas/planta, de 4 a 4.48 granos/vaina con una media de 4.12 granos/vaina y el peso de 100 semillas varió de 36.7 a 39.5 gr, con una media de 38.3 gr, respectivamente. Sin embargo, a pesar de que la siembra de frijol fue tardía (01 agosto), el rendimiento de grano fue alto, debido a que los componentes de rendimiento definidos primero no fueron afectados por la fecha de siembra tardía. Con la innovación tecnológica, el rendimiento de frijol fue cuatro veces mayor que la media estatal (0.32 t ha^{-1}) que se consignó para el ciclo PV-2017 en Aguascalientes (SIAP, 2017). En el caso del maíz, el rendimiento de forraje verde varió de 40.6 a 58.7 t ha^{-1} con una media de 48.5 t ha^{-1} (Cuadro 2). Al igual que el frijol, fue una siembra tardía y a pesar de ello el rendimiento de forraje fue alto. Por lo que el rendimiento de biomasa verde fue tres veces mayor que la media estatal (14.1 t ha^{-1}). De esta manera, el aumento en el rendimiento de ambos cultivos mediante esta innovación tecnológica (prototipo de sembradora neumática con aditamento integral para la captación de agua *in situ*) ofrece una alternativa para mejorar los sistemas de siembra, al tiempo que evita algunos de los problemas de la agricultura de temporal, ya que, reduce los escurrimientos y la erosión e incrementa la disponibilidad de agua de lluvia y disminuye la degradación del suelo, manteniendo un enfoque de agricultura sustentable. Estos resultados son congruentes con los reportados por otros investigadores (Alves *et al*., 2008; Osuna *et al*., 2012).

De manera adicional, también fue posible determinar en gran medida, el uso eficiente de otros insumos de producción tales como semillas, agroquímicos y fertilizantes. En el caso de semillas, se observó que tanto la variedad de frijol Pinto Saltillo como la variedad de maíz V-209 son genotipos de maduración temprana. En ambos casos, su precocidad y la lluvia que se concentró durante los primeros 92 días del desarrollo de los cultivos (345 mm acumulados), permitieron que ambos cultivos produjeran alto rendimiento de grano y forraje.

Cuadro 1. Variación de medias de rendimiento de grano (t ha^{-1}) y componentes de rendimiento en frijol. San Luís de Letras, Mpio. de Pabellón de Arteaga, Ags., 2017.

Método de Siembra	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación Estándar	C.V %
Rendimiento de grano (t ha^{-1})							
4H	5	1.59	1.91	1.75	1.74	0.133	7.6
Rendimiento de paja (t ha^{-1})							
4H	5	1.0	1.55	1.27	1.17	0.172	13.5
Número de vainas/planta							
4H	5	43	72	55.6	55.8	9.60	17.3
Número de granos/vaina							
4H	5	4.0	4.48	4.12	4.0	0.268	6.50
Peso de 100 semillas							
4H	5	36.7	39.5	38.3	38.3	1.021	2.7
Densidad de población (miles ha^{-1})							
4H	5	170,833	183,333	177,500	177,500	4,750.8	2.7

Cuadro 2. Variación de medias de rendimiento de biomasa verde (t ha^{-1}), materia seca (t ha^{-1}), Altura (m) y densidad de población (miles ha^{-1}). San Luís de Letras, Mpio. de Pabellón de Arteaga, Ags., 2017.

Método de Siembra	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Desviación Estándar	C.V %
Rendimiento de BV (kg ha^{-1})							
4H	10	40,625	58,750	48,562	47,500	6,501.2	13.4
Rendimiento de MS (kg ha^{-1})							
4H	10	11,416	16,238	13,399	13,175	1,880.38	14.0
Altura de planta (m)							
4H	10	2.0	2.35	2.13	2.10	0.1351	6.34
Densidad de población (miles ha^{-1})							
4H	10	129,167	183,333	159,167	159,167	19,851.67	12.5

La colocación de la semilla a una profundidad adecuada y en las mejores condiciones, ha sido uno de los aspectos menos considerados en la producción de cultivos. Aun así, se considera que la importancia de la profundidad de siembra en la maximización de la producción de cultivos es reconocida por la mayoría de los agricultores, por lo que contar con dispositivos de colocación precisa que eliminen las fuentes de variación, ayudará a una emergencia uniforme y un mayor rendimiento potencial. La regla general aceptada es, que el rendimiento disminuye cuando la profundidad de siembra aumenta, pero esto no es válido para los rangos someros de profundidad. El elemento de precisión con el que cuenta el prototipo innovador, para la

colocación de la semilla y lograr una densidad de población precisa es el ***tren de siembra***, el cual está conformado por dosificadores neumáticos y los elementos que están en contacto con el suelo; en este caso son dos discos abridores de surco, la rueda de control de profundidad y el paralelogramo para adaptarse a las irregularidades del terreno (Hernández-Escudero *et al*., 2013; Rojas *et al*., 2013).

El diseño de los elementos que integran el tren sembrador fue idealizado como un sistema individual para cada hilera de siembra. Con el par de discos planos encontrados sólo se disturba hasta 5 cm a lo ancho del suelo, y la profundidad, puede ser ajustada de acuerdo al cultivo que se deseé establecer (Arias, 2009; Cepeda *et al*., 2010).

Los resultados muestran que el valor medio de la densidad de población (número de plantas cosechadas por hectárea) varió de 170,833 a 183,333 con un valor medio de 177,500 (±4,750.8) pl ha^{-1} para el caso de frijol. En maíz la densidad de población varió de 129,167 a 183,333 con un valor medio de 159,167 (±19,851.67). El alto número de plantas cosechadas en la tecnología validada, contribuyó al incrementó del rendimiento medio de grano y forraje, lo cual concuerda con algunos investigadores (Reta *et al*., 2007; Alves *et al*., 2008).

CONCLUSIONES

El prototipo de sembradora neumática validada, es un desarrollo tecnológico innovador que puede realizar la siembra de frijol y maíz en camas a altas densidades y simultáneamente establecer el “Pileteo” a los costados de la cama. Esto puede mejorar la competitividad de la agricultura de secano del semiárido, ya que incrementa los rendimientos de grano y forraje del frijol y maíz de secano, en parte por la buena distribución de semilla y control de la profundidad de siembra y la captación de agua de lluvia *in situ*.

Con el uso del prototipo de sembradora neumática, se obtienen rendimientos de operación superiores a los que presentan los equipos mecánicos convencionales y en consecuencia un menor consumo energético.

El prototipo innovador es un equipo para siembra monograno que tiene acoplado el sistema de “Pileteo” para captar agua de lluvia *in situ*, el cual contribuye a satisfacer la demanda de agua al frijol y maíz de temporal; por tanto, se logra mejor el aprovechamiento del agua de lluvia y al mismo tiempo, controlar los escurrimientos y la erosión del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

Alves, A.F., M.J.B. Andrade, N.M.B. Viera y P.M. Rezende. 2008. Grain yield of four new cultivars base don plant density. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. Vol. 51:242-243.

Arias A.L.M., 209. Adaptación y evaluación de un dosificador mecánico para prototipo de sembradora de granos gruesos en surcos estrechos y triple hilera. Tesis profesional del departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 101 p.

Cepeda V.M.A., y B. L. Gómez L. 2010. Adecuaciones a la sembradora OL-U2N para una mayor eficiencia en la siembra de canola. Folleto Técnico Núm. 5. SAGARPA-INIFAP. Uruapan, Michoacán, México. 31p.

Cepeda V.M.A., B. L. Gómez L., y E. Venegas G. 2004. Modificaciones a la sembradora neumática OL-U2N para la siembra de canola. Agenda técnica No. 5. INIFAP-CENAPROS. Morelia, Michoacán, México. 12 p.

Garibaldi M.F., R. V. García, H. y E.S. Osuna, C. 2016. Subsolador integral biomimético. Campo Experimental Pabellón. CIRNOC-INIFAP. Aguascalientes, México. Folleto Técnico Núm. 68. 26 p.

Gil E., Llorens J., y Llop J. 2008. Sembradora i-Drill Prode Kverneland, facilidad en el manejo y regulación del equipo. MAQ. Núm. 269, 22 de mayo de 2008. http://www.eumedia.es/user/articulo.php?id=790

Hernández-Escudero, A, E.S. Osuna-Ceja, L. Reyes-Muro, E. Martínez-Reyes y N. Yakovleva-Zitz R. Cabral. 2013. Sembradora de precisión, versátil y acondicionada para conservar suelo y agua. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., Folleto Técnico No. 50. 28p.

Maroni J., Fernández A.C., y Dalla M.N. 2003. Prestaciones de un dosificador neumático para la siembra monograno de semilla de girasol. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias. No. V. http://www.fcagr.unr.edu.ar/investigación/revista/rev5/8.htm.

Osuna, C. E. S., Arias, C. L. E., Núñez, -H. G. y González, C. F. (2015). Producción de forrajes de temporal con estiércol bovino y captación de agua en siembras a triple hilera. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 6 (8): 1743-1756.

Osuna-Ceja, E.S., J.S. Padilla-Ramírez; M.A. Martínez-Gamiño; E. Martínez-Meza; y J.A. Acosta-Gallegos. 2007. Componentes tecnológicos y fórmulas integrales para el cultivo de frijol de temporal en el altiplano de México. Campo Experimental San Luís. CIRNE-INIFAP. San Luís Potosí, México. Folleto Científico Núm. 1. 23p.

Reta, S.D.G., J.A. Cueto, W., A. Gaytán, M y J.Santamaría, C. 2007. Rendimiento y extracción de nitrógeno, fósforo y potasio de maíz forrajero en surcos estrechos. Agricultura Técnica en México. Vol. 33 Núm. 2. 145-151.

Rojas-Santillán, C., E.S. osuna-Ceja y N. Yakovleva-Zitz, R. Cabral. 2013. Sembradora mecánica de precisión, versátil para agricultura de conservación. Campo Experimental Pabellón. CIRNOC-INIFAP. Aguascalientes, México. Folleto Técnico Núm. 51. 19 p.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2017). Información Agrícola. Avances mensuales por estado (en línea) http://www.siap.sagarpa.gob.mx

UTILIZACIÓN DE LAS TICs PARA DETERMINAR LA BIOMETRÍA DE TRES VARIEDADES DE FRIJOL Y SU COMPARACIÓN EN PRODUCCIÓN DE EJOTE Y GRANO SECO.

Avila-Cisneros Rafael[1]*, Rocha-Valdez Juan Leonardo[2], González-Torres Anselmo[3], González-Avalos Ramiro[4], Ogaz Alfredo[5].

[1,2,3,] Profesores e Investigadores del Dpto. de Ciencias Básicas de la UAAAN UL e integrantes del cuerpo académico UAAAN-CA-34, [4] Profesor e Investigador del Dpto. de Ciencias Básicas de la UAAAN UL e integrante del cuerpo académico UAAAN-CA-40, [5] Profesor e Investigador del Dpto. de Suelos de la UAAAN UL e Integrante del cuerpo académico UAAAN-CA-34,

INTRODUCCIÓN

La biometría hace referencia a métodos estadísticos y matemáticos que se aplican al análisis de datos provenientes de las ciencias biológicas; como lo es la agronomía. Debido a que los temas a investigar cuando se trabaja con personas, animales, plantas; y otros organismos vivos; todos ellos de naturaleza muy variada; la biometría es una disciplina en constante desarrollo. Incluye no solo herramientas para el análisis estadístico descriptivo de datos biológicos sino también el uso de numerosos procedimientos y algoritmos de cálculo y de computación para el análisis inferencial, el reconocimiento de patrones en los datos y la construcción de modelos que permitan describir y analizar los procesos (Balzarini y colaboradores, 2011).

El desarrollo de metodologías sobre ese particular se ha estudiado en diferentes cultivos y especies vegetales. Solorio y colaboradores (2009) mencionan que el modelo expo-lineal de crecimiento de plantas en la etapa vegetativa ha sido propuesto como un esquema semi empírico de modelación de resultados aceptables en su aplicación a datos experimentales; los autores nos presentan un trabajo experimental con tomate (*Lycopersicum esculentum mil*.) bajo condiciones de invernadero; y tomando como referencia las variables tiempo, índice de área foliar y materia de peso por unidad de área les permitieron ajustar los resultados al modelo expo-lineal.

Nájera (1999) desarrollo una serie de ecuaciones para ajustar el comportamiento técnico-matemático para estimar la biomasa aérea y la tasa de crecimiento e incremento de la biomasa como parte fundamental en la evaluación del carbono almacenado en especies de matorral espinoso de Linares Nuevo León.

Relacionado con leguminosas; Pliego y colaboradores(2005) en un estudio de fijación y acumulación de nitrógeno, crecimiento y acumulación de nitratos con diferentes dosis de Nitrógeno en frijol (*Phaseolus vulgaris*) utilizaron el programa statgraphics plus (STSC Inc. Rockville, Maryland USA) para realizar los análisis de varianza multifactorial, prueba de mínimas diferencias significativas entre las medias; todo esto basado en la información que se obtuvo en el campo durante el desarrollo del cultivo antes mencionado y bajo un diseño completamente al azar. Sobre el mismo cultivo Sosa-Montes y colaboradores (2000) generaron la ecuación general para medir la relación entre las variables: horas del día y el ángulo de inclinación de la hoja del frijol tanto para días soleados como para días nublados; estas fueron $Y=-1.92x^2 + 49.5\ x - 185.2$; y $Y= 0.8x^2 +20.6x - 34.88$ respectivamente; en días soleados podemos observar el comportamiento cuadrático negativo; y para días nublados un comportamiento cuadrático positivo.

Debemos tomar en cuenta que con los coeficientes de las ecuaciones generadas se puede obtener el vértice (x,y), cruce en el eje de las abscisas(x); y cruce en el eje de las ordenadas (y); y con ellos modelar de manera gráfica el comportamiento del fenómeno a estudiar (Budnick,1990). Es necesario mencionar que el grupo de investigación de los autores del artículo se han comprometido a generar y aplicar tecnología para las zonas áridas y semiáridas del norte de México; y en Durango los productores agrícolas demandan variedades de frijol pinto con granos tolerantes al oscurecimiento acelerado de la testa y un tamaño mayor del grano que al obtenido por el pinto saltillo; y en Rosales y colaboradores (2010) han liberado una variedad de frijol pinto coloso que merece ser medida en tiempo real y se manera modelada y evaluar sus rendimientos en aras de una mayor difusión de esa nueva tecnología.

El objetivo del presente trabajo fue generar mediciones de desarrollo de planta, área foliar, número de ejotes y producción de grano de las tres variedades y procesar la información con el uso de software libre y/o de costo para lograr una mejor interpretación del comportamiento biológico de las plantas del frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el verano del 2017 en el campo experimental de San Antonio de los Bravos de la UAAAN-UL, El diseño del experimento fue un bloques al azar con 3 tratamientos de variedades de frijol (A= pinto Saltillo, B=pinto Coloso, C=pinto criollo) con 3 repeticiones c/u para un arreglo de 9 parcelas de 3 x 2.5= 7.5 m^2 . Para el análisis estadístico se utilizó el software de la UANL de Olivares (2012) versión 1.1.

Para la generación de las funciones cuadráticas y el cálculo de las medidas de tendencia central se utilizó el Microsoft Excel 2010; y para el ANOVA de área foliar, número de vainas y rendimiento se tomaron 20 plantas al azar de cada uno de los bloques.

Relacionado con datos técnicos se sembró a una densidad de siembra de 12 semilla por metro lineal, distancia entre surcos 30 cm, índice de germinación: 89% para pinto saltillo, 50% para pinto coloso y 85% para pinto criollo; además se fertilizó con el producto comercial organodel inoculado con 85% de materia orgánica y 10.71% de ácido húmicos a razón de 1.5 kilogramos por bloque; finalmente se realizaron 2 aplicaciones de insecticida comercial Muralla max de amplio espectro con énfasis a la mosquita blanca a razón de 250 ml para diluir en 200 lts de agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tal como lo muestra la Tabla 1; las ecuaciones que describen la relación entre el tiempo transcurrido en días(x) y la altura de la planta (x) son cuadráticas cóncavas hacia abajo es decir; se ajustan a la característica de fenómenos decrecientes; y sus coeficientes de correlación presentan una confiabilidad muy buena para las tres variedades de frijol. En relación a la variedad pinto coloso, sobresale su coeficiente cuadrático A con un valor de -0.0181, ligeramente menor que los coeficientes cuadráticos A de las funciones para las variedades pinto saltillo y pinto criollo. Este valor del coeficiente cuadrático de la variedad pinto coloso nos permite predecir con mejor exactitud el vértice (x , y) sus valores son (51.8 y 43.90) es decir; la altura máxima para el pinto coloso se presentará cerca del día 52 logrando una altura de aproximadamente 44 centímetros. Para las otras 2 variedades los datos recopilados no fueron suficientes para obtener tendencias claras de la relación tiempo-altura de planta.

Tabla 1: Funciones cuadráticas ajustadas para las tres variedades de frijol

Variedad	F. Cuadrática	Coef. r	Correlación
Pinto saltillo	$Y=-0.0057x^2+1.4714x-2.7537$	0.98	Muy buena
Pinto criollo	$Y=-0.0071x^2+1.4769x-3.0911$	0.99	Muy buena
Pinto coloso	$Y=-0.0181x^2+1.8676x-4.5398$	0.98	Muy buena

En lo relacionado al análisis de varianza para las variables número de ejotes, área foliar y producción de grano seco para las tres variedades de frijol tal como observamos en la Tabla 2 ; se obtuvo diferencia significativa para número de ejotes con un mejor comportamiento en la

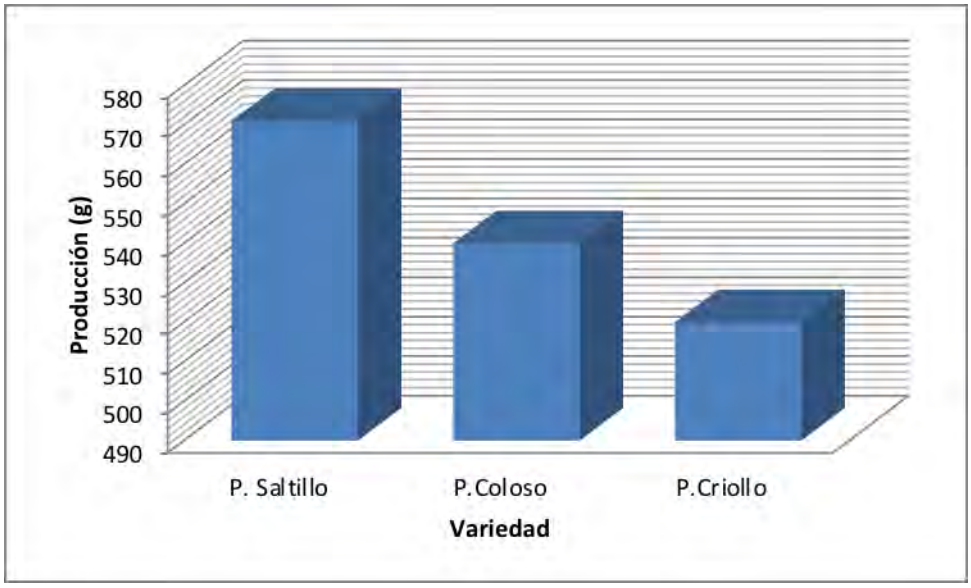
variedad pinto saltillo, y para área foliar se generó diferencia estadística significativa a favor de la variedad pinto criollo; y finalmente en la variable producción de grano seco para 20 plantas muestras tomadas al azar para cada una de las variedades no se presentó diferencia estadística entre las variedades.

Tabla 2: Resumen del análisis de varianza (ANOVA) para las tres variedades de frijol

Variable	Fc	Fo para α de 0.05	Interpretación	Mejor variedad
No de ejotes	11.98	6.94	Diferencia estadística significativa	Pinto saltillo
Área foliar	64.79	6.94	Diferencia estadística significativa.	Pinto criollo
Producción de grano (g)	0.210	6.94	No hay diferencia estadística	Las 3 variedades se comportaron igual

Sin embargo a pesar de no existir diferencia estadística entre las tres variedades de frijol en lo relacionado a la producción de grano seco la variedad pinto coloso paso al segundo lugar en cuanto a la producción de grano solamente 31 gramos por abajo del pinto saltillo que generó 571 gramos de peso para 20 plantas (ver Gráfica 1)

En referencia al objetivo general sobre la generación de tecnología informática propia se diseñó un software que es capaz de generar los coeficientes de funciones lineales y exponenciales para ajustar también el desarrollo de plantas del frijol a las funciones anteriormente mencionadas.



Gráfica 1: Medias de producción de frijol grano para tres variedades.

Melgarejo y colaboradores (2010) mencionan que para modelar el crecimiento de las plantas con medidas directas de área foliar y masa seca se pueden usar diversos paquetes o programas estadísticos digitales. En éste estudio se utilizaron para modelar la función cuadrática, graficar funciones lineales y exponenciales el software de la hoja electrónica de cálculo Microsoft Excel 2010; y para generar los coeficientes de la función lineal y exponencial se ha creado un software en el lenguaje de programación C-Sharp que relaciona las variables de días transcurridos (x) y altura de planta (y) con resultados excelentes pues los mismos se han verificado con paquetes estadísticos de libre acceso como los ofrecidos por el Excel 2010 de Microsoft Office. Además con el mismo se pudo generar la ecuación cuadrática para modelar las variables mencionadas y coincidir con Sosa-Montes y colaboradores (2000) en el comportamiento cóncavo hacia debajo de la parábola que describe el desarrollo de planta.

CONCLUSIONES

Relacionado con el objetivo propuesto se pudo abarcar en su totalidad; pues se logró la utilización de software libre para el cálculo de funciones cuadráticas; y la creación de software propio para la medición de funciones exponenciales y lineales. En lo relacionado a las variables: número de ejotes y área foliar determinó que hubo diferencia estadística significativa; mientras que para la producción de grano no hubo diferencia estadística.

BIBLIOGRAFÍA

Balzarini M.D.,Rienzo, J.,Tablado, M., González ,L., Bruno,C. ,Córdova., Robledo, W., y Casanoves F. 2011. Introducción a la bioestadística; aplicaciones con infosat en agronomía. 1ª edición, editorial Brujas. Córdova Argentina.

Budnick, F.1990. Matemáticas aplicadas para la administración, economía y ciencias sociales. Editorial Mc Graw-Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V. México.

Melgarejo, L.M., Barrera, J. y Suárez, D. 2010. Experimentos de fisiología vegetal. LTDA impresores, 1 edición. ISBN:978-958-719-668-9. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Nájera, L.J.A. 1999. Ecuaciones para estimar biomasa, volumen y crecimiento en biomasa y captura de carbono en 10 especies típicas del matorral espinoso tamaulipeco del nordeste de México. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales UANL. Linares, Nuevo León, México.

Olivares, S.E. 2012. Diseños experimentales versión: 1.1.Facultad de Agronomía de la UANL.

Pliego; L., Ocaña, A., Liuch, C. 2005. Crecimiento, fijación de nitrógeno, acumulación y asimilación de nitratos con dosis de nitrógeno en frijol. Terra Latinoamericana. 21(2). Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C., Chapingo Edo. de México.

Rosales, S.R., Acosta, G.J.A., Ibarra, P.F.J. y Cuellar, R.E. 2010. Pinto coloso, nueva variedad de frijol para el estado de Durango. Revista Mexicana de Ciencias. 1(5)Texcoco, Edo. De México.

Sosa-Montes, E., Ortega, D.M.L., Escalante, E.J.A.S.,Engleman, E.M. y González,H.V.A. 2000. Inclinación de láminas de frijol durante el día. Terra Latinoamericana.18 (2). Sociedad Mexicana de la Ciencia el Suelo. A.C. Chapingo Edo. De México.

Solorio, E.N., Paz, P.F., Odi, L.M., Bolaños, G.M.A. 2009. Modelo expolineal del crecimiento y equivalencia de la productividad de un tomate cultivado en invernadero. .Terra Latinoamericana. 27(2). Chapingo Edo. De México.

FERTILIZACIÓN NITROGENADA BASADO EN OFERTA DEL SUELO Y DEMANDA DEL MAÍZ EN *Luvisoles ródicos* DE CAMPECHE, MÉXICO

[1]*J.H. Ramírez Silva, [1] A. de J. Cano González y [1]N.G. Uzcanga Pérez.

[1]Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yucatán, México
Autor para correspondencia: ramirez.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Campeche es de los tres estados de la Península de Yucatán (PY) donde la producción de maíz toma condiciones preponderantes debido a que tiene la mayor superficie de mediano y alto potencial productivo. El 74.41% de la superficie sembrada con cultivos cíclicos en el estado de Campeche corresponde a maíz (Uzcanga Pérez*, et al*., 2015) con una superficie sembrada entre 2007 y 2011 de 154,480 ha (SAGARPA, 2011).

Esa superficie se delimita muy bien en la parte norte y centro del estado en una región de alto y mediano potencial productivo de acuerdo a Ku *et al*., 2005 quien asevera que esa región cuenta con las mejores condiciones de suelos y clima.

Ambas zonas representan el 70% aproximadamente de la superficie total sembrada, siendo la zona centro, conformada por los municipios de Champotón, Campeche y Hopelchen, donde se reporta la mayor superficie sembrada con 83,694 ha mientras. En el norte, a los municipios de: Calkiní, Hecelchakán y Tenabo, se les han consignado 26,211 ha con predominancia de suelos *Luvisoles ródicos (LVro)*.

Para cualquier zona y tipo de suelo es importante considerar la fertilidad del suelo antes de iniciar cualquier plan de siembras y como sistema dinámico se tiene que entender que los nutrimentos son extraídos del suelo en los productos cosechados (INPOFOS, 1997) y que estos tienen que ser repuestos con el fin de preservar la productividad.

Siendo la fertilización la práctica agronómica que influye mayormente en los costos de producción es importante aplicar las cantidades que son estrictamente requeridas. Sin embargo, las dosis actuales de fertilización solamente se justifican en experiencias locales y muy poco se conoce con detalle la cantidad requerida para producir una cosecha rentable y sustentable del cultivo de maíz.

Entre los nutrientes esenciales se ha considerado que el nitrógeno (N) es uno de los que mas limitan el rendimiento del maíz y provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo (Torres Duggan, 2016); por lo que es importante considerar el criterio de balance de N para

determinar las necesidades de fertilización considerando no solamente la OFERTA del suelo sino también la DEMANDA del cultivo.

Se prevé que el maíz requiere aproximadamente de 20 a 25 kg/ha de N por cada tonelada de grano producida (Castellanos, 2000., Torres Duggan, 2016., Herrera y Rotondaro, 2014). Sin embargo, la experiencia local (Ramírez Silva, *et al*., 2016 a; Ramírez Silva et al. 2016 b) sugiere que se necesitan entre 16 y 20 kg de N por cada tonelada de grano para híbridos tropicales.

Debido a la necesidad de contar con información básica actualizada para una región donde el maíz cada día requiere mejores tecnologías; el INIFAP, en el 2011, elaboró un plan estratégico para conocer las características químicas de los principales suelos del estado y los resultados del laboratorio tuvieron que ser interpretados hasta el nivel de comprensión de técnicos-profesionistas y productores

Fue por ello que surgió este trabajo con el objetivo de medir la OFERTA de N asimilable en diferentes suelos *LVro* del estado de Campeche y calcular, en base a DEMANDA del cultivo de maíz, la fórmula de fertilización recomendable para cada suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante el ciclo de cultivo primavera-verano 2011 en la región norte y centro del estado de Campeche en los municipios de Kalkini, Hecelchacan, Tenabo y Hopelchen. Se seleccionaron 40 predios, en cada municipio, con suelos rojos profundos (*LVro*) con relieve plano dedicados al cultivo de maíces híbridos comerciales.

El pH promedio mínimo en estos suelos es de 6.37 y el máximo de 6.85 con una media de 6.52 considerado como moderadamente acido de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana Nom-021-Semarnat-2000.

A cada predio se le tomó una muestra compuesta del suelo en la parte central del lote comercial a los que se determinó, por el método colorimétrico con ácido salicílico, el contenido (ppm) de Nitrógeno como Nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) a la profundidad promedio de 16 cm correspondiente al horizonte A.

Los resultados se sometieron a un Análisis de Varianza considerando a los municipios como Tratamientos y a los 40 puntos de muestreo como repeticiones. La información proporcionada por el laboratorio, en unidades de ppm, fueron convertidas a kg ha-1 de N a la que se le denominó LA OFERTA DEL SUELO.

En base a trabajos propios (Ramírez Silva *et al*., 2016 a; Ramírez Silva *et al*., 2016 b) realizados en el estado de Yucatán se determinó que la DEMANDA DEL CULTIVO para producir una tonelada de grano puede variar de 16 a 20 kg de N/ha. Esta última cifra fue

considerada para determinar la DEMANDA DEL CULTIVO por lo que aplicando el **"criterio de balance"** se calculó la dosis promedio de N, inferida por hectárea, para los *LVro* de cada municipio:

DOSIS INFERIDA= DEMANDA-OFERTA/*EFICIENCIA DE FERTILIZACIÓN*

La cantidad de fertilizante inferida a partir de este procedimiento denominado ¨**criterio de balance**¨ se ajustó por la **Eficiencia de Fertilización**. La magnitud de la eficiencia depende del tipo y manejo del fertilizante (fuente, tecnología de aplicación, momento de fertilización, etc.). Para el caso de este trabajo se consideró una eficiencia del 70% para condiciones de riego.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de N-NO_3^- (ppm)

En el Cuadro 1 se observa el contenido promedio de N-NO3 (N) en ppm encontrado en los suelos *LVro* del estado de Campeche. El promedio de cada municipio proviene de 40 muestreos realizados en la misma cantidad de sitios. El ANVA de cada municipio con sus 40 sitios de muestreo se consignan en el cuadro 2 donde se aprecia una diferencia estadísticamente significativa (p=0.05) entre municipios. No se encontró diferencias dentro de ellos.

Cuadro 1. Análisis de Varianza para contenidos de N-NO3 (ppm) en suelos *Luvisoles ródicos* dedicados a maíz en el estado de Campeche. P-V. 2011.

MUNICIPIO	pH	N-NO3 (ppm)
Calkiní	6.47	14.40
Hecelchakan	6.37	9.31
Tenabo	6.40	16.80
Hopelchén	6.85	7.28
PROMEDIO	6.52	15.95

El contenido promedio mínimo de N se detectó en Hopelchen con 7.28 ppm y el máximo en Tenabo con 16.80 ppm. Calkini y Hecelchakan tuvieron 14.40 y 9.31 ppm respectivamente.

Los contenidos de Tenabo, Calkini y Hecelchakan son clasificados como bajos de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana Nom-021-Semarnat-2000. El contenido de N en Hopelchen está en el rango muy bajo. La misma fuente de información clasifica como rango medio los contenidos que

varían de 20 a 40 ppm de N inorgánico mientras que como rango alto de 40 a 60 ppm. Esto indica que las deficiencias de N en estos suelos deben ser comunes.

Cuadro 2. Análisis de Varianza para contenidos de N-NO3 (ppm) en suelos *Luvisoles ródicos* dedicados a maíz en el estado de Campeche. P-V. 2011/2011.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	F	P
Entre Municipios	2,326.31	3	775.43	13.29	1.5 **E-07**
Dentro Municipios	2,111.74	39	54.14	0.92	0.59
Error	6,822.17	117	58.30		
Total	11,260.23	159			

Oferta vs Demanda

Para realizar un buen diagnóstico antes de emitir una recomendación equilibrada de fertilizantes es importante conocer la **oferta** de nutrientes del suelo y la **demanda** del cultivo. En este estudio, se determinó en laboratorio la **oferta** de N inorgánico (Cuadro 1) el cual fue convertido a kg ha^{-1} con el fin de que pueda ser comparada con la **demanda** (Cuadro 3). La conversión de la **oferta** a kg ha^{-1} y la **demanda** se realizó con los parámetros proporcionados en la sección de materiales y métodos.

En el Cuadro 3, se puede notar la demanda del cultivo ajustada a un rendimiento meta de 6 t ha^{-1} de grano. Esta demanda se refiere a 120 kg ha^{-1} de N y es la cantidad de N que la planta requiere absorber para obtener la meta de rendimiento deseada de 6 t ha^{-1}.

Al calcular la Dosis Inferida para cada municipio se nota, en el Cuadro 4, que al considerar una eficiencia en la aplicación del fertilizante del 70%, la cantidad de N por hectárea a aplicar varia de 120 a 150 kg ha^{-1} de N.

Hopelchen puede requerir 150 kg ha^{-1} de N equivalente a 326 kg ha^{-1} de urea o 6.5 bultos mientras que Tenabo requeriría 120 kg ha^{-1} equivalente a 260 kg ha^{-1} de urea o 5.2 bultos de fertilizante. Kalkini y Hecelchakan requieren dosis intermedias de 128 y 143 kg ha^{-1} de N respectivamente.

Cuadro 3. Oferta del suelo y Demanda del cultivo de maíz para suelos *Luvisoles ródicos* en el estado de Campeche. P-V. 2011.

MUNICIPIO	**OFERTA SUELO (kg ha^{-1} de N-NO^{3-})**	**DEMANDA PLANTA (kg N x t de grano)**	**DEMANDA PLANTA (kg N x 6 t grano**
Calkiní	30.41	20	120
Hecelchakan	19.66	20	120
Tenabo	35.48	20	120
Hopelchén	15.37	20	120

Cuadro 4. Dosis inferida de N basado en Oferta del suelo y Demanda del cultivo de maíz para suelos *Luvisoles ródicos* en el estado de Campeche. P-V. 2011.

MUNICIPIO	**DEMANDA-OFERTA**	**ÍNDICE EFICIENCIA FERTILIZACIÓN**	**DOSIS (N) REQUERIDA(kg ha^{-1} de N)**	**UREA (kg ha^{-1})**	**BULTOS UREA**
Calkiní	89.6	0.7	128	278	5.5
Hecelchakan	100.34	0.7	143	310	6.2
Tenabo	84.16	0.7	120	260	5.2
Hopelchén	104.63	0.7	150	326	6.5

CONCLUSIONES

1. Los contenidos de N-NO^{3-} en el suelo son estadísticamente diferentes entre municipios, pero iguales dentro de ellos.
2. De acuerdo a la **oferta** del suelo y **demanda** de N del cultivo de maíz, Hopelchen puede requerir 150 kg ha^{-1} de N equivalente a 326 kg ha^{-1} de urea o 6.5 bultos mientras que Tenabo requeriría 120 kg ha^{-1} equivalente a 260 kg ha^{-1} de urea o 5.2 bultos de fertilizante para una meta de rendimiento de 6.0 t ha-1.
3. Kalkini y Hecelchakan pueden requerir dosis intermedias de 128 y 143 kg ha^{-1} de N respectivamente para 6.0 t ha^{-1}.

4. Importante seguir con la generación de conocimientos técnico-científicos relacionados con oferta y demanda nutrimental para diferentes suelos y variedades de maíz adaptados al estado de Campeche.

BIBLIOGRAFÍA

Castellanos, J.Z. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas. Intagri. 2ª Edición. Celaya Guanajuato, México.

Herrera, A., Rotondaro, R. 2014. Diagnóstico y Nutrición del cultivo de MAÍZ. Revista ACAECER. Asociación de Cooperativas Argentinas. División Técnica Agropecuaria (DTA)

INPOFOS. 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. 1ª Impresión en español. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Querétaro, México

Ku Naal. R., Tucuch Cahuich M.F., Estrada Vivas J.D., Díaz Padilla G., y Rodríguez Ávila, J.H. 2005. Áreas con Potencial Productivo para el Cultivo de Maíz en el Estado de Campeche. Centro de Investigaciones del Sureste, C.E. Edzná. Folleto Técnico. 28 p.

Norma Oficial Mexicana Nom-021-Semarnat-2000.

Ramírez Silva, J.H., Tun Dzul, J.C., Cano González A. 2016 (a). Rendimiento e Índice de Cosecha en Maíz de Riego con Fertilización Orgánica e Inorgánica en *Luvisol ródico* de Yucatán. XXVIII Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2016 y V Simposio Internacional en Producción Agroalimentaria Tropical. Pp. 73-78.

Ramírez Silva, J.H., Tun Dzul, J.C., Cano González A. 2016 (b). Índice de Cosecha y Fertilización en Maíz H-520 en un *Luvisol rodico* de Yucatán. Memoria Técnica-Científica. XXIX Reunión Científica y Tecnológica Forestal y Agropecuaria. II Reunión Internacional Científica y Tecnológica. AGRI-40. 5 p. Colegio de Posgraduados. Campus Veracruz.

Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. 2011. Panorama Agroalimentario y Pesquero de Campeche. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (Siap), Primera Edición, México. http://www.siap.gob.mx

Torres Duggan, M. 2016. Fertilización Nitrogenada del Cultivo de Maíz. Proyecto Fertilizar. EEA INTA Pergamino. mtorresduggan@pergamino.inta.gov.ar. Copyright 2016. Fertilizando.com

Uzcanga Pérez, N.G; Cano González, A de J., Medina Méndez, J., Espinoza Arellano, J. de J. 2015. Caracterización de los Productores de Maíz de Temporal en el estado de Campeche, México. Revista Mexicana de Agronegocios. Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C. Torreón, México. Vol. 36. pp. 1295-1305.

RENTABILIDAD DEL MAÍZ ZAC BEH CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y BIOFERTILIZANTES EN DOS *Luvisoles ródicos* DE YUCATÁN MÉXICO.

[1]*J.H. Ramírez Silva, [1] M.G. Lozano Contreras, G. Ramírez Jaramillo, y.B. Moguel Ordoñez.

[1]Centro de Investigación Regional Sureste (CIRSE) del INIFAP. Calle 6 Núm. 398 x 13, Avenida Correa Rachó. Col. Díaz Ordaz, C.P. 97130. Mérida Yucatán, México
Autor para correspondencia: ramirez.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En el estado de Yucatán la producción de maíz es una actividad básica ya que se siembran un poco más de 103,000 ha (SIAP, 2017); pero se sigue, tradicionalmente usando, variedades criollas de grano normal con bajo potencial de rendimiento y deficiente calidad proteínica en los aminoácidos LISINA Y TRIPTÓFANO.

En las zonas con mayor potencial productivo es frecuente el uso de híbridos comerciales con aplicaciones poco racionales de fertilizantes químicos de costos elevados; por lo que los productores enfrentan problemas de baja rentabilidad económica.

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos trae el consecuente deterioro del medio ambiente y la baja rentabilidad del cultivo debido no solamente al alza continua de los precios de los fertilizantes químicos sino también al uso de variedades o híbridos más exigentes en insumos.

El consumo aparente de fertilizantes en México entre 1990 y 2007 disminuyó 8.7% y la producción bajó considerablemente. Sin embargo, el volumen de las importaciones contrarrestó la caída de la producción, pero se reflejó en un alto costo de los fertilizantes (Irizar Garza, *et al*., 2015).

Resultados de investigación en mejoramiento genético realizado en el INIFAP han aportado nuevas variedades mejoradas conversas a calidad proteínica como las Sac Beh y Chichén Itzá. (Aguilar Castillo *et al*., 2010). Estas contienen arriba del 50% de LISINA y TRIPTÓFANO, en comparación a los maíces criollos comunes y el rendimiento puede superar las 2.5 t ha^{-1} en suelos pedregosos y pueden tener mejor potencial en condiciones de suelos menos adversas.

Estos maíces pueden tener mayor potencial productivo al cultivarse en suelos con mejores características edáficas como los *Luvisoles ródicos (LVro)* del estado de Yucatán y su cultivo puede ser más rentable ya que no requieren cantidades mayores de fertilizantes.

Por lo anterior se planteó este trabajo con el objetivo de evaluar la rentabilidad económica del maíz SAC BEH al aplicar biofertilizantes solos o combinados con fertilizantes químicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del Sitio

El experimento se estableció en el ciclo P-V 2017/2017 bajo condiciones de temporal favorecido en dos lotes experimentales con suelo *Luvisol ródico* del Sitio Experimental Uxmal del INIFAP ubicado en el sur del estado de Yucatán. Los 2 lotes se diferenciaron por el grado de uso intensivo que han tenido en los últimos 30 años. El Lote 1 ha tenido un bajo uso intensivo del suelo mientras que el Lote 2 ha sido aprovechado en forma intensa durante mas de 30 años consecutivos.

Las características químicas de ambos lotes se observan en el Cuadro 1. El pH de ambos lotes es neutro, pero se diferencian porque el Lote 1 tiene menor Conductividad Eléctrica (CE=0.66 mS/cm) que el Lote 2 (1.53 mS/cm) clasificados como de baja y mediana CE respectivamente. El sodio (Na), al igual que la CE, es considerablemente superior en el Lote 2 (330 vs 165 ppm). Aun cuando la Materia Orgánica es satisfactoria en ambos lotes el contenido es mayor en el Lote 1 (2.78 vs 2.11 %). El fósforo (P) en el lote 1 está en el rango óptimo; sin embargo, en el lote 2 con mayor uso intensivo tiene cantidades de P en exceso (80 ppm) debido a las aplicaciones intensivas de fertilizantes. Los rangos óptimos están de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, 2000.

Cuadro 1. Características químicas de dos lotes experimentales del Sitio Experimental Uxmal. Ciclo P-V. 2017/2017.

LOTE N°	pH	C.E. (mS/cm)	Na (ppm)	M.O (%)	$N\text{-}NO^{3-}$ (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	CIC (meq/100gr)
1	**6.72**	**0.66**	**165**	**2.78**	**14.8**	**17**	**1,365**	**3,600**	**1,000**	**30.17**
2	**6.76**	**1.53**	**330**	**2.11**	**17.2**	**80**	**1,170**	**2,800**	**925**	**25.8**
Referencia. Norma Oficial Mexicana, 2000.	***(6.6-7.3)***	***1.1-2.0 (Muy ligeramente salino)***	***150***	***(1.6-3.5)***	***(20-40)***	***(15-30)***	***(117-234)***	***(1,000-2,000)***	***(156-360)***	***(15-25)***

Fitómetro, variables y diseño experimental

Como fitómetro se usó el maíz converso a Calidad Proteínica (QPM) SAC BEH de grano Blanco y polinización libre probado en 22 tratamientos distribuidos en unidades experimentales de 20 m^2 con una población equivalente a 50,000 plantas ha^{-1}.

Los tratamientos fueron resultado de aplicar cinco dosis de fertilización química N-P-K (60-80-00, 30-80-00, 40-40-00, 40-20-00, 15-40-00) y un testigo (00-00-00) complementadas ya sea, únicamente con Micorrizas, solamente Azospirillum o bien con la combinación Micorrizas + Azospirillum. Los tratamientos se distribuyeron en un Diseño de Bloques Completamente al

Azar con tres repeticiones. Se calculó el rendimiento de grano (t ha^{-1}) al 13.5% de humedad y la información se sometió a un Análisis de Varianza (p=0.05) usando la hoja de cálculo EXCEL. Se calculó la Relación Beneficio Costo ($) considerando: un precio de venta del maíz de $3,500.00 la tonelada, precios actuales de UREA ($9.00/kilo) y SUPERFOSFATO TRIPLE DE CALCIO ($11.40/kilo). El precio de Micorrizas considerado fue de 150.00/bolsa de 380 g y Azospirillum de $350.00/bolsa de un kilo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de grano SAC BEH–Lote 1.

Los rendimientos de la SAC BEH en Lote 1 se observan en el Cuadro 2. Los rendimientos más altos se lograron con los tratamientos: (60-80-00+micorrizas+azospirillum), (60-80-00) y la (30-80-00) con 6.74, 6.68 y 6.52 t ha^{-1} respectivamente mientras que los más bajos se observaron con los tratamientos: (15-40-00+micorrizas+azospirillum), (40-20-00+micorrizas+azospirillum) y (30-80-00+micorrizas) con 5.56, 5.34 y 5.17 t ha^{-1}.

La diferencia entre el tratamiento más alto y el más bajo fue de 1.57 t ha^{-1}. El tratamiento testigo (00-00-00) obtuvo un rendimiento promedio de 5.84 t ha^{-1} catalogado como el sexto rendimiento más bajo.

Rendimiento de grano SAC BEH –Lote 2

Los rendimientos en el Lote 2, organizados de mayor a menor, se consignan en el Cuadro 3. Es de notar que el máximo rendimiento para SAC BEH, en el lote 2, se obtuvo con el tratamiento (15-40-00+micorriza) seguido de (30-80-00+micorriza+azospirillum) y (40-40-00) con rendimientos de 6.17, 6.12 y 6.11 t/ha respectivamente.

Los rendimientos menores se obtuvieron con el testigo (00-00-00) y con aquellos que recibieron solamente micorrizas (00-00-00+micorrizas) o Azospirillum (00-00-00+azospirillum) con 4.77,4.71 y 4.54 t ha^{-1} respectivamente. La diferencia entre el rendimiento más alto y el más bajo fue de 1.63 t ha^{-1}.

Cuadro 2. Relación Beneficio/Costo ($) de 22 tratamientos en maíz Sac Beh en suelo Luvisol ródico (Lote 1) del Sitio Experimental Uxmal. Ciclo P-V. 2017/2017.

TRATAMIENTO	Rendimiento promedio (t ha^{-1})	Costo total ($) de producción (C)	Beneficio ($) (B)	B/C
16 (60-80-00+MICO+AZO)	6.74	**13,553.60**	23,590	1.74
4 (60-80-00)	6.68	**13,053.60**	23,380	1.79
2 (30-80-00)	6.52	**12,468.60**	22,820	1.83
20 (15-40-00+MICO)	6.48	**11,334.30**	22,680	2.00
7 (00-00-00+MICO+AZO)	**6.45**	**9,500.00**	**22,575**	**2.38**
18 (40-20-00+AZO)	6.42	**11,525.90**	22,470	1.95
6 (00-00-00+ AZO)	**6.29**	**9,350.00**	**22,015**	**2.35**
21 (15-40-00+AZO)	6.28	**11,534.30**	21,980	1.91
3 (40-40-00)	6.26	**11,671.80**	21,910	1.88
9 (30-80-00+AZO)	6.2	**12,818.60**	21,700	1.69
10 (30-80-00+MICO+AZO)	6.2	**12,968.60**	21,700	1.67
17 (40-20-00+MICO)	6.1	**11,325.90**	21,350	1.89
12 (40-40-00+AZO)	6.07	**12,021.80**	21,245	1.77
14 (60-80-00+MICO)	5.96	**13,203.60**	20,860	1.58
5 (00-00-00+MICO)	**5.93**	**9,150.00**	**20,755**	**2.27**
11 (40-40-00+MICO)	5.93	**11,821.80**	20,755	1.76
1 (00-00-00)	**5.84**	**9,000.00**	**20,440**	**2.27**
15 (60-80-00+AZO)	5.8	**13,403.60**	20,300	1.51
13 (40-40-00+MICO+AZO)	5.69	**12,171.80**	19,915	1.64
22 (15-40-00+MICO+AZO)	5.56	**11,684.30**	19,460	1.67
19 (40-20-00+MICO+AZO)	5.34	**11,675.90**	18,690	1.60
8 (30-80-00+MICO)	5.17	**12,618.60**	18,095	1.43

Rendimiento promedio: 6.06 t ha^{-1}

El rendimiento promedio, de todos los tratamientos, en el Lote 1 fue de 6.06 t ha^{-1} mientras que en el Lote 2 fue de 5.64 t ha^{-1}; una diferencia de 420 kg ha^{-1} relacionada, quizás, con algunas características químicas ya comentadas con anterioridad.

Aun cuando el Lote 2 tiene mayor contenido de P asimilable que el Lote 1, este elemento no parece haber influenciado en los rendimientos promedio encontrados. Sin embargo, la cantidad de Na y la CE más elevada, en el Lote 2, pudo haber influido en la reducción de rendimientos.

Todos los tratamientos específicamente mostraron rendimientos más bajos en el Lote 2. El tratamiento testigo (00-00-00) en el Lote 2 obtuvo 4.77 t ha^{-1}mientras que en Lote 1 fue de 5.84 t/ha, una diferencia de 1.0 t ha^{-1} aproximadamente. El tratamiento químico extremo (60-80-00) obtuvo 6.68 t ha^{-1} en el Lote 1 mientras que en el Lote 2 fue de 5.71 t ha^{-1}.

Cuadro 3. Relación Beneficio/Costo ($) de 22 tratamientos en maíz Sac Beh en suelo Luvisol ródico (Lote 2) del Sitio Experimental Uxmal. Ciclo P-V. 2017/2017.

TRATAMIENTO	Rendimiento promedio (t ha^{-1})	Costo total ($) de producción (C)	Beneficio ($) (B)	B/C
20 (15-40-00+MICO)	6.17	**11,334.30**	21,595	**1.91**
10 (30-80-00+MICO+AZO)	6.12	**12,968.60**	21,420	1.65
3 (40-40-00)	6.11	**11,671.80**	21,385	1.83
14 (60-80-00+MICO)	6.06	**13,203.60**	21,210	1.61
19 (40-20-00+MICO+AZO)	6.06	**11,675.90**	21,210	1.82
17 (40-20-00+MICO)	6.02	**11,325.90**	21,070	1.86
15 (60-80-00+AZO)	5.95	**12,818.60**	20,825	1.62
21 (15-40-00+AZO)	5.95	**11,534.30**	20,825	1.81
7 (00-00-00+MICO+AZO)	**5.94**	**9,500.00**	**20,790**	**2.19**
18 (40-20-00+AZO)	5.86	**115,25.90**	20,510	1.78
2 (30-80-00)	5.8	**124,68.60**	20,300	1.63
22 (15-40-00+MICO+AZO)	5.8	**116,84.30**	20,300	1.74
12 (40-40-00+AZO)	5.77	**120,21.80**	20,195	1.68
9 (30-80-00+AZO)	5.76	**128,18.60**	20,160	1.57
4 (60-80-00)	5.71	**130,53.60**	19,985	1.53
13 (40-40-00+MICO+AZO)	5.6	**121,71.80**	19,600	1.61
8 (30-80-00+MICO)	5.3	**126,18.60**	18,550	1.47
11 (40-40-00+MICO)	5.19	**118,21.80**	18,165	1.54
16 (60-80-00+MICO+AZO)	4.82	**135,53.60**	16,870	1.24
1 (00-00-00)	**4.77**	**9,000.00**	**16,695**	**1.86**
5 (00-00-00+MICO)	4.71	**9,150.00**	16,485	1.80
6 (00-00-00+ AZO)	4.54	**9,350.00**	15,890	1.70

Rendimiento promedio: 5.64 **t ha^{-1}**

Relación Beneficio/Costo

En los Cuadros 2, 3 se observa la relación Beneficio/Costo ($) de los 22 tratamientos establecidos y en el Cuadro 4 se reporta el tratamiento más rentable de cada lote. Como es de esperarse, los rendimientos más altos no necesariamente son los más rentables.

Ningún tratamiento con fertilizantes químicos es más redituable que los que consistieron solamente de biofertilizantes. Aun cuando los rendimientos más altos se obtienen con la combinación de fertilizantes químicos más micorrizas y/ o Azospirillum, estos fueron superados, económicamente, al aplicar solamente biofertilizantes.

La máxima relación B/C, en ambos lotes, se obtiene con la misma fórmula **(00-00-00) +MICORRIZA+AZOSPIRILLUM**. No aplicar fertilizante químico implica un ahorro de $3,153.60 pesos por hectárea aproximadamente; que es la suma del costo de UREA y SUPERFOSFATO TRIPLE DE CALCIO para la fórmula (60-80-00). Aplicar únicamente biofertilizantes implica un costo $500.00 por hectárea sin que los rendimientos disminuyan significativamente.

La relación B/C del mejor tratamiento en Lote 1 fue de 2.38 y en el Lote 2 de 2.19 (Cuadro 4). Por cada peso ($) invertido se obtiene una ganancia neta de 1.38 y 1.19 pesos respectivamente.

Cabe mencionar que los 22 tratamientos mostraron tener una redituabilidad satisfactoria y ninguno de ellos estuvo debajo de una relación B/C de 1; siendo las relaciones B/C más bajas las que tienen que ver con aplicaciones químicas de 30-80-00 o 60-80-00 de N-P_2O_5-K_2O.

Cuadro 4. Tratamientos sobresalientes con la relación Beneficio/Costo ($) más alta para maíz Sac Beh (Lotes 1 y 2) en suelo *Luvisol ródico* de Yucatán. Ciclo P-V. 2017/2017.

TRATAMIENTOS SOBRESALIENTES	***VARIEDAD***	***LOTE***	***COSTO DE PRODUCCIÓN ($) (C)***	***BENEFICIO ($) (B)***	***RELACIÓN B/C***
(00-00-00) +MICORRIZA+AZOSPIRILLUM	**SAC BEH**	**1**	**9,500.00**	**22,575.00**	**2.38**
(00-00-00)+ MICORRIZA +AZOSPIRILLUM	**SAC BEH**	**2**	**9,500.00**	**20,790.00**	**2.19**

CONCLUSIONES

- Los mejores rendimientos no se relacionan necesariamente con una mejor relación B/C.
- La mejor relación B/C para SAC BEH, en ambos Lotes experimentales, se obtuvo con el tratamiento: **(00-00-00)+ Micorrizas+ Azospirillum.**
- Las relaciones B/C más bajas son aquellas asociadas con aplicaciones químicas de (30-80-00) o (60-80-00) de N-P_2O_5-K_2O.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, C. G., Gómez, M. N., Torres, P. H., Vázquez, C. G. 2010. SAC-BEH y CHICHEN ITZA: Variedades de maíz de calidad proteínica para el Sistema de Roza – Tumba – Quema de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochá. Centro Regional del Sureste. 24 p.

Irizar Garza, M.B., González Molina, L., Larqué Saavedra, B.S., Martínez Trejo, G., Díaz Valasis, M., Muñiz Reyes, E. 2015. Uso de Micorriza y Abonos Orgánicos en el Cultivo de Maíz. **Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.** Centro de Investigación Regional del Centro. Campo Experimental Valle de México. Folleto Técnico Núm. 65.

Norma Oficial Mexicana. Nom-021-Semarnat-2000

SIAP, 2017. Resumen Nacional. Intención de Siembra 2017. Ciclo: Primavera-Verano-2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LA HARINA DE COTILEDÓN DE FRIJOL FLOR DE MAYO DOLORES

Lucia Alvarez Guerrero [a], Blanca Isabel Sánchez Toledano [b], Raquel Cruz Bravo [b], Marco Andrés López Santiago [a].

[a] Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Km 40 Carretera Gómez Palacio – Chihuahua, Bermejillo, Dgo. C. P. 35230
[b] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Carretera Zacatecaz-Fresnillo km 24.5 Calera de V.R., Zacatecas. C. P.98500
Email: lucyalvarez210485@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de frijol es considerado como estratégico ya que es producido en las 32 entidades del país, ocupando el segundo lugar en superficie cultivada a nivel nacional con un promedio de 1.85 millones de hectáreas (Ayala *et al.,* 2008). Su producción nacional es de 1,088,767 toneladas (FAOSAT, 2018), siendo Zacatecas el Estado que mayor aporta en volumen con 290,213 toneladas y un rendimiento por hectárea de 0.509; seguido de Durango, Chihuahua, Sinaloa y Chiapas (SIAP, 2018). El frijol que se produce y consume en México proviene en gran parte de genotipos nativos o criollos, y en menor nivel de variedades mejoradas, las cuales presentan ventajas agronómicas y de calidad (Sangerman *et al.,* 2010). El frijol de tipo Flor de Mayo es de alta demanda en la región del Altiplano Centro-Occidental de México. La nueva variedad de frijol Flor de Mayo Dolores (FMD) se derivó de la cruza simple entre Flor de Mayo Anita (FMA) y FM 99016 (Acosta *et al.,* 2011).

El frijol es considerado como una de las principales fuentes de proteína y vitaminas (Raya *et al.,* 2014). Además, es rico en ácido fólico, tiamina, minerales y junto con los cereales completan el balance de aminoácidos (Onder y Babaoglu, 2001). Los compuestos funcionales que presenta el frijol aportan beneficios al organismo; por ejemplo, el contenido de fibra y fitoquímicos del frijol ayudan a disminuir el contenido de glucosa en la sangre y las concentraciones de colesterol hasta 10% (efecto hipocolesterolémico). Además, ayuda a bajar de peso, pues permite que la glucosa se absorba lentamente y que los carbohidratos complejos contribuyan a controlar la secreción de insulina que provocan el apetito (Guzmán, 2010). Por otra parte, el ácido fítico que posee el frijol reduce el riesgo de contraer cáncer, especialmente en colon y senos (Guzmán *et al.,* 2010; Mesina, 1999). De igual manera, la menor digestibilidad de la proteína del frijol puede contribuir a la prevención de la osteoporosis, debido a que una menor digestibilidad está asociada a una menor producción de iones hidrógeno durante la hidrólisis de los aminoácidos de esta proteína vegetal (Guzmán *et al.,* 2002).

Lamentablemente, el productor de frijol enfrenta diversas problemáticas, como los altos costos de producción y el deterioro continuo de los precios reales del producto (Ayala *et al.,* 2008). Esta situación propicia el abandono del campo por parte de los agricultores, generando así la falta de continuidad en sus cultivos, la pérdida de información sobre las bondades y manejo de las variedades cultivadas tradicionalmente (Raya *et al.,* 2014; Rubio, 2005).

Es importante mencionar que, pese a las características benéficas asociadas a la ingesta de esta leguminosa, el consumo de este producto ha disminuido en los últimos años, pasando de 18.9 a 10.2 kilos *per cápita*, en el período de 2000 a 2008 (Sangerman *et al.,* 2010). Una forma de incrementar su uso es mediante la transformación agroindustrial del grano para diversificar su oferta o alternativas de consumo. En consecuencia, una de las formas menos conocida del consumo de frijol es a través de la elaboración de harinas compuestas con el fin de aprovechar el cotiledón y elaborar productos alimenticios de alta calidad, incluyendo galletas, pastas y pan (Pacheco *et al.,* 2009). Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar la rentabilidad de los costos de producción de la harina de cotiledón de frijol de la variedad Flor de mayo Dolores, como una alternativa de producción en beneficio de pequeños productores al darle un valor agregado al frijol. Los análisis se llevaron a cabo a través del uso de diferentes herramientas financieras como la Relación Beneficio-Costo, Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

METODOLOGÍA

Actividad 1: Recopilación de datos tecno-económicos.

Se recopilo información de datos técnicos para la elaboración de harina de frijol en el Campo Experimental Zacatecas (INIFAP) y en fuentes oficiales durante junio de 2018. Lo anterior, se realizó mediante informes técnicos, diagramas de procesos, operación y mantenimiento de los equipos necesarios. Asimismo, para la recopilación de datos es indispensable realizar una inspección visual del estado que guardan los equipos utilizados, conocer su antigüedad, horas de operación, condiciones de operación y mantenimiento que sugieran hacer una evaluación técnica (diagnóstico).

Actividad 2: Análisis de rentabilidad a través de los indicadores de evaluación económica.

Los indicadores para la evaluación económica son conceptos valorizados que expresan el rendimiento económico de la inversión, y en base a estos se puede tomar la decisión de aceptar o rechazar la realización de un tratamiento (Muñante, 2002). De la misma forma, permiten comparar y seleccionar entre diferentes alternativas de inversión o tratamientos.

Indicadores financieros

Los datos base para la elaboración de los indicadores son: Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo (RBC) y Valor Actual Neto (VAN). Estos indicadores, son los que requieren las fuentes financieras como: FIRA – Financiera Rural, y otros intermediarios financieros no bancarios.

La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad del negocio y se expresa en porcentaje. También es conocida como tasa crítica de rentabilidad cuando se compara con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico. La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base en la Tasa Interna de Retorno toma como referencia la tasa de descuento. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. Por el contrario, si la Tasa Interna de Retorno es menor que la tasa de descuento, el proyecto se debe rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido. La TIR se calcula con la siguiente ecuación:

Donde: $\mathbf{B_t}$ **=** beneficios del producto

$\mathbf{C_t}$ **=** costos del producto

$\mathbf{(1 + r)^{-t}}$ **=** factor de actualización

r = tasa de actualización

t = tiempo

Los flujos netos de efectivo representan la diferencia entre ingresos y egresos de cada período. Los egresos se refieren a los costos de producción como lo son la mano de obra, insumos, maquinaria y otros gastos administrativos. Los ingresos están representados por la venta de dichos productos. Sin embargo, para este caso de estudio se debe estimar el precio unitario del producto. El precio unitario es el valor que se le asigna a un bien de manera monetaria por una unidad de medida (Sánchez, 2010). Asimismo, la inversión se refiere a la que se realiza para la adquisición e instalación de la extracción de harina.

En cuanto a la Relación Beneficio-Costo, también llamado “índice de rendimiento”, es un indicador que se consiste en dividir el Valor Presente de los Ingresos entre el Valor Presente de

los egresos. Si este indicador es mayor que 1 se acepta el proyecto; si es menor que 1 no se acepta, ya que significa que los ingresos son menores que los costos. En cuanto al Valor Presente Neto, cuando éste es mayor que cero, el proyecto se acepta.

La RBC se calcula con la siguiente ecuación:

Donde: $\mathbf{B_t}$ **=** beneficios en cada período

$\mathbf{C_t}$ **=** costos en cada período

r = tasa de actualización

t = tiempo

$\mathbf{(1 + r)^{-t}}$ **=** factor de actualización

El Valor Actual Neto es el valor que actualiza mediante una tasa de descuento prefijada el flujo de beneficios netos (beneficios totales-costos totales) generados por el producto. La fórmula para obtener el VAN es la siguiente:

Donde: $\mathbf{B_t}$ = beneficios en cada periodo

$\mathbf{C_t}$ **=** costos en cada periodo

r = tasa de actualización

t = tiempo

$\mathbf{(1 + r)^{-t}}$ **=** factor de actualización

Para evaluar un proyecto de inversión desde el punto de vista económico el criterio de decisión del VAN es que debe ser igual o mayor que cero. En términos generales, el VAN representa la ganancia adicional actualizada que genera el cultivo o tratamiento por encima de la tasa de descuento (Muñante, 2002). Los análisis se llevaron a cabo en el programa Excel del paquete Microsoft Office.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de rentabilidad se estimó para una producción de 10 toneladas de frijol, de las cuales, el 5% es considerado desecho (merma), del restante (95%) únicamente el 80% se procesa eficientemente y se considera harina. Es decir, de las 10 t iniciales, solamente se podrán comercializar 7600 kg, ya que es la cantidad de kilogramos que fueron procesados de manera eficiente y que muestran la calidad requerida del producto.

El Cuadro 1, muestra la cantidad que el productor tendrá que desembolsar para la adquisición de insumos para elaboración de harina de frijol, dicha inversión es $210,085.74.

Cuadro 1. Conceptos de inversión

Concepto	Cantidad	Costo unitario	Total
Agua (1:2)	5 m^3	$ 11.08	$ 110.80
Luz		$ 180.50	$ 902.50
Charola panadera de acero inoxidable 45 x 65	12	$ 239.00	$ 2,868.00
Contenedor Sterilite de plástico grande	4	$ 276.30	$ 1,105.20
Decorticadora, marca Dy 380 o 220 V Capacidad 1000 kg/h Enería 5.5 kw	1	$ 57,150.00	$ 57,150.00
Motor IE4 eléctrico asícrono	1	$13,525.00	$ 13,525.00
Winco Siv-14 Tamiz De Malla Fina De Acero Inox 14"	1	$ 519.00	$ 519.00
Maya recogedora de testa 5mm		$ 154.18	$ 154.18
Maya de 2mm	2	$ 267.03	$ 534.06
Molino desintegrador y picador dpm 2 motor 14 cv	1	$ 38,100.00	$ 38,100.00
Copresor de aire 3.5 Hp 50 l Clezfl50	1	$ 2,497.00	$ 2,497.00
Rollo Natural plástico 20x30 (kg)	14	$130.00	$ 1,820.00
costo del frijol	10000 kg	$ 6.68	$ 66,800.00
Jornales	200	$ 120.00	$ 24,000.00
Costo Total			**$210,085.74**

Fuente: Elaboración propia.

El precio unitario es el valor que se asigna a un bien o servicio de manera monetaria por una unidad de medida. Al analizar el precio se debe de determinar todos los costos involucrados en producir un bien (Sánchez, 2010). Para ello se integró en una sola medida, de tal manera que un kilogramo de harina de frijol cuesta $13.76 y con una ganancia del 8% se podrá comercializar en $14.92 MN.

La Relación Beneficio-Costo del proyecto es de 1.02, es decir, por cada peso invertido la ganancia es de $0.02 por kg. El valor de VPN se estimó a 10 años, esta operación arrojó un valor positivo de $4,953.82, lo que es equivalente a decir, que dada una tasa de actualización el valor presente de los beneficios supera o es igual al valor presente de los costos. El valor de

TIR resultó de 8%, por lo que el proyecto devuelve el capital invertido más una ganancia adicional, por lo tanto, el proyecto es rentable.

CONCLUSIONES

Se encontró que la elaboración de harina de cotiledón de frijol es rentable. No obstante, dado que los costos de inversión inicial son elevados, se propone que los productores establezcan una cooperativa para compartir gastos o buscar formas de financiamiento. Asimismo, se debe eficientizar el proceso de producción de la harina para disminuir de manera considerable las pérdidas de producto que en este caso fueron 2400 kg, margen de producto que permitiría abaratar el precio del producto o generar mayores ganancias.

BIBLIOGRAFÍA

Ayala Garay, A. V.; Schwentesius Rindermann, R. E.; Almaguer Vargas, G. 2008 La competitividad del frijol en México El Cotidiano, 23 (147), 81-89 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco Distrito Federal, México

FAO. (2018). FAOSAT. Roma, Italia. Obtenido de FAOSAT: http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC

Guzmán-Maldonado, S. H., Acosta-Gallegos, J. A., Álvarez-Muños, M. d., Garccía-Delgado, S., & Loarca-Piña, G. 2002. Calidad Alimentaria y potencial nutracéutico del frijol (Phaseolus Vulgaris L.). Agricultura Técnica en México, 28(3), 159-173. ISSN:0568-2517

Messina, M. J. 1999. Legumes and soybean: overview of tehir nutritional profiles and health effectas. Am. J. Clin. Nutr. 70 (suppl): 439S-450S

Muñante D.D. 2002. Manual de formulación y evaluación de proyectos. UACh. México.

Onder, M., y M. Babaoglu. 2001. Interactions amongst grain variables in various dwarf dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Journal of Agronomy & Crop Science, 187(1), 19-23.

Pacheco, D. E.; Peña, J. y Jiménez, P. 2009. Efecto del salvado de arroz sobre las propiedades físico-químicas y sensoriales de panes de trigo. Rev. Fac. Agron. 26: 583-598.

Raya, J. C., Gutierrez, G. M., Ramírez, J. G., Cobarrubias, J., y Aguirrer, C. L. (2014). Caracterización de proteínas y contenido mineral de dos variedades nativas de frijol en México. Agronomía Mesoamericana, 25(1), 01-11. ISSN:2215-3608

Rubio, B. 2005. La política rural de Vicente Fox: entre la simulación y el desdén (2000-2006) (Fundamentos y Debate). Mundo Siglo XXI. Revista del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional, 5: 41-51. ISSN; 1870-2872

Sánchez M.M. 2010. Manual de análisis de precios unitarios. Universidad Autónoma Chapingo. México-Texcoco.

Sangerman-Jarquín, M., Acosta-Gallegos, J., Shwenstesius de Rinderman, R., Damián-Huarto, M. Á., y Larque-Saavedra, B. S. 2010. Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. Rev. Mexicana de Ciencias Agrícolas, 1(3), 363-380.

SIAP. 2018. Resumen Nacional por Estado. México, México: SIAP. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.

CANALES Y MÁRGENES DE COMERCIALIZACIÓN: UN ESTUDIO DE CASO PARA LA GUAYABA EN FRESCO DE AGUASCALIENTES.

Mercedes Borja Bravo[1], Mario Adolfo Guerrero Muñoza[2], Silvia Xochilt Almeraya Quintero[3], Gabriel Alejandro Macías Pérez[2], Sergio Arellano Arciniega[4].

[1]Campo Experimental Pabellón, Región Centro Norte-INIFAP. [2]Departamento de administración y contaduría de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes (UTNA). [3]Programa de Socioeconomía, estadística e informática- Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados. [4]Maestria en Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). Autor responsable: borja.mercedes@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La producción de guayaba se ubica entre las principales actividades agrícolas del estado de Aguascalientes. El municipio de Calvillo se reconoce como una de las regiones productoras a nivel comercial de guayaba en el país y esa actividad constituye la principal fuente de ingresos económicos para los productores agrícolas del municipio. En el 2017, el frutal ocupó 6,188 ha, que representaron el 28% de la superficie nacional plantada y se produjeron más de 87,784 toneladas, equivalentes al 27% de la producción nacional. Así mismo, se obtuvo un valor comercial del producto por más de 391,372 millones de pesos, que representaron el 24% del valor de la producción agrícola de la entidad (SIAP, 2017). Esta región productora de guayaba se caracteriza por ser la segunda abastecedora de la fruta en el mercado nacional y la principal exportadora al mercado estadounidense.

La guayaba originaria de Aguascalientes se comercializa en el mercado local en la Ciudad de Aguascalientes y en los estados ubicados al norte del país, como Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Baja California (SNIIM, 2018). La comercialización de un producto es de suma importancia para todo negocio, ya que a través de ella los productores logran mantener o incrementar su competitividad en el mercado (Martínez *et al.,* 2013). De lo anterior se deriva la importancia de analizar el proceso de comercialización, los agentes económicos que participan en la cadena y las funciones que cumplen en la intermediación, ya que la eficiencia económica que se mantenga en el proceso de distribución influirá en el posicionamiento que tenga el producto en el mercado y en la distribución equitativa de las ganancias obtenidas por los actores. Como una forma de analizar la distribución del ingreso generado en el proceso de comercialización, el objetivo de este trabajo fue analizar los márgenes de comercialización de guayaba en fresco en las rutas comerciales representativas y calcular la relación beneficio costo de cada agente que participa en la comercialización de la fruta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se calcularon los márgenes de comercialización para seis rutas comerciales. El origen de la fruta fue Calvillo Aguascalientes y tuvo como destino la Ciudad de Aguascalientes, Baja california, Coahuila, Chihuahua, Durango y Nuevo León.

El margen absoluto es la diferencia del precio de venta al consumidor menos el valor equivalente pagado al agricultor. Con base a Caldentey (1979), los márgenes absolutos del mayorista, detallista y total, se calcularon de la siguiente manera:

$$M_m = PM_i - PP_i$$

$$M_d = PC_i - PM_i$$

$$M_c = PC_i - PPi$$

Donde M_m es el margen del mayorista; M_d es el margen del detallista; M_c el margen total de comercialización; PC_i es el precio al consumidor del producto *i;* PM_i es el precio al mayoreo del producto i; PP_i es el precio recibido por el productor por el producto *i*; y CC_i es el costo de comercialización del producto i.

El margen relativo se refiere al porcentaje que resulta de dividir el margen absoluto entre el precio de venta al consumidor. Con la finalidad de observar la participación del productor, del mayorista y detallista en el precio al consumidor, se calculó la participación que el precio al productor tiene en el precio final y los márgenes relativos del mayorista y detallista, esto es:

$$PP_p = \left(\frac{PP_i}{PC_i}\right) x100$$

$$MR_m = \left(\frac{Mm}{Pc}\right) x\ 100$$

$$MR_d = \left(\frac{Md}{Pc}\right) x\ 100$$

Donde PP_p es la participación de precio al productor en el precio al consumidor; *MRm* es el margen del mayorista y MR_d es el margen del detallista.

Con la finalidad de observar la situación de ganancia en cada etapa del canal de comercialización se calculó la relación beneficio-costo (RBC) para cada agente participante en la distribución de la guayaba, esto es:

$$RBCi = Bi/Ci$$

Donde B_i es el ingreso del agente *i*; C_i es el costo de la producción del agente *i*. El cálculo de márgenes y relación beneficio-costo se realizó tomando al kilogramo como unidad de medida, y la información corresponde al precio promedio de los años 2015 y 2016.

Los canales de comercialización, el precio pagado al productor y el costo de producción fueron obtenidos a través de 28 entrevistas directas con productores de guayaba en la región de estudio, 3 intermediarios y técnicos profesionales de la guayaba, realizadas durante los meses de abril a agosto del 2015 y enero y junio de 2016. Los precios al mayoreo se obtuvieron del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2018). Los precios al consumidor se obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). El precio al mayoreo de la guayaba para exportación fue proporcionado por los empaques ubicados en el municipio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la comercialización de la guayaba se identifican tres canales de comercialización; en el primero, los productores, generalmente llevan la producción al centro de acopio “La Panadera”, donde acuden los intermediarios y se encargan de transportar la fruta a las distintas centrales de abasto de los estados donde se comercializa, para después ser vendida por los detallistas al consumidor final. En el segundo canal, los productores transportan la fruta a las centrales de abasto y mercados que ellos han acaparado. Otro canal surge cuando la producción es llevada por los productores a los empaques situados en el municipio, los cuales envían la fruta en fresco al mercado estadounidense.

En los dos primeros canales de comercialización, la fruta que se comercializa debe cumplir ciertas características que el comprador exige como es el tamaño de primera o extra, con un grado de madurez apropiado identificado por color amarillo, “rayado” o “alimonado” y de textura firme que permita una vida de anaquel prolongada; frutos sin afectación por plagas o enfermedades. Las características de olor, forma y variedad generalmente pasan a segundo término de importancia, pues no son características relevantes para la comercialización del fruto. La fruta es comercializada a granel en contenedores de plástico, madera y cartón. Con respecto a la fruta para exportación esta debe ser de tamaño primera y es el empaque quien selecciona y etiqueta la fruta, además de que se encarga de trasladar la guayaba a la irradiadora y del transporte a la frontera con Estados Unidos, donde es entregada al bróker.

En el Cuadro 1 se observan los márgenes absolutos al mayoreo y al detalle de la guayaba en los diferentes estados donde se comercializa la fruta. El precio promedio pagado al productor

durante los años 2015 y 2016 fue de 4.62 $ kg^{-1}. La guayaba para exportación es mejor pagada al productor; sin embargo, no todos los productores están en condiciones de exportar su producto porque no cumplen con los requerimientos de calidad e inocuidad de la fruta (Borja *et al;* 2018). El precio al mayoreo es variable para cada estado, mismo que depende de la distancia que existe desde el lugar de producción hasta las centrales de abasto. El precio al consumidor osciló entre los 14 y 27 $ kg^{-1}.

Cuadro 1. Márgenes de comercialización de la guayaba de Aguascalientes (2015-2016).

Estados	Precios			Margen de comercialización		
	Productor	Mayoreo	Consumidor	Mayoreo	Detallista	Total
	$ kg^{-1}			$ kg^{-1}		
Aguascalientes	4.62	5.09	14.93	0.47	9.84	10.31
Baja California	4.62	14.31	25.36	9.69	11.05	20.74
Coahuila	4.62	10.08	23.27	5.46	13.18	18.65
Chihuahua	4.62	16.56	22.66	11.94	6.10	18.04
Durango	4.62	10.63	19.06	6.01	8.43	14.44
Nuevo León	4.62	7.45	27.22	2.83	19.77	22.60
Jalisco	4.62	8.44	20.53	3.82	12.09	15.91
San Luis Potosí	4.62	9.60	23.66	4.98	14.06	19.04
Texas U.S.A.	10.00	20.90	39.48	10.90	18.58	29.48

Fuente: elaboración propia.

El costo de producción de la guayaba fue de 2.7 $ kg^{-1} y representó el 59% del ingreso del productor (4.62 $ kg^{-1}) cuando la fruta fue comercializada en el mercado nacional; mientras que, para la fruta de exportación, los costos de producción representaron el 27%. La ganancia que obtuvieron los productores en el mercado nacional fue de 70% y en el mercado internacional de 268%. Los resultados demuestran que las ganancias que obtuvieron los productores al exportar su producto fueron mayores, sin embargo, como se mencionó anteriormente, no todos los productores cumplen con los requerimientos para que la fruta sea de exportación; esta situación también afecta a los empaques, los cuales ante la falta de producto no pueden operar de manera regular.

El margen total de la comercialización de guayaba que se produce en Aguascalientes y se comercializa en el mercado local (Ciudad de Aguascalientes) fue de 10.31 $ kg^{-1}, en este

margen de comercialización, el productor percibió el 30.95% del precio final, el mayorista el 3.16% y el detallista el 65.89% (Cuadro 2). En el mercado local, los que mayor ganancia obtuvieron por la venta de la fruta fueron los detallistas, ya que aun cuando la guayaba se produce en el estado y los costos de transporte y logística son bajos, el precio al consumidor es alto.

Cuadro 2. Participación y benéficos obtenidos por la comercialización de la guayaba de Aguascalientes.

	Participación del Productor	**Margen del Mayorista**	**Margen del detallista**	**Relación Beneficio Costo**		
Estado		**%**		**Productor**	**Mayorista**	**Detallista**
Aguascalientes	30.95	3.16	65.89	1.70	1.09	2.44
Baja California	18.22	38.22	43.56	1.70	2.21	1.48
Coahuila	19.86	23.48	56.66	1.70	2.03	1.92
Chihuahua	20.39	52.69	26.92	1.70	3.09	1.14
Durango	24.24	31.52	44.23	1.70	2.11	1.49
Nuevo León	16.97	10.40	72.62	1.70	1.46	3.04
Jalisco	22.50	18.61	58.88	1.70	1.78	2.03
San Luis Potosí	19.53	21.05	59.42	1.70	2.01	2.05
Texas U.S.A	25.33	27.61	47.06	3.68	1.89	1.57

Fuente: elaboración propia.

La guayaba que se produce en Aguascalientes y se comercializa en Nuevo León y Baja California fue la que mayor margen total de comercialización obtuvo, al ubicarse en más de 20 $ kg^{-1}; del precio final, el detallista fue el agente que obtuvo la mayor participación, con 72.62 y 43.56 %. En el caso de Nuevo León, el productor tuvo una participación de 16.97% del precio final; mientras que, el intermediario el 10.40%; la ganancia mayor la obtuvo el detallista, ya que fue el estado en donde se registró el precio al consumidor más alto. En Baja California, el mayorista fue quien obtuvo la mayor ganancia en la cadena de distribución de la fruta.

La comercialización de la guayaba de Calvillo en los estados de Coahuila, Chihuahua y San Luis Potosí observó un margen total entre 18 y 19 $ kg^{-1}. En Coahuila y San Luis Potosí, el detallista es quien obtuvo la mayor participación del precio final y el productor percibió poco más del 19%. En Coahuila y Chihuahua, el intermediario mayorista es el agente que obtuvo una mayor ganancia y en San Luis Potosí las mayores ganancias fueron para el mayorista y detallista. En el caso de Durango y Jalisco, el margen total de comercialización fue de 14.44 y

15.91 \$ kg^{-1}, la participación del productor en el precio final fue de 24.24 y 22.50%, respectivamente. En Durango fue el mayorista quien obtuvo el mayor beneficio de la comercialización de la fruta y en Jalisco fue el detallista.

Con respecto a la guayaba para exportación, el productor obtuvo el 25.33% de participación en el precio final, el empaque obtuvo el 27.61 y el detallista 47.06%. En este canal de distribución, el productor fue el actor que obtuvo mayores ganancias; además, de que los empaque también resultan beneficiados. Es importante para los productores y empresas empacadoras que trabajen en el fortalecimiento de este canal, ya que representa una oportunidad para la comercialización de la guayaba, y que genera beneficios económicos para los agentes que en él participan.

CONCLUSIONES

En la comercialización de la guayaba en fresco de Aguascalientes se distinguen tres canales de distribución, en el primero los productores venden su producto a intermediarios que acuden al centro de acopio local; en el segundo, los productores distribuyen el producto a las principales centrales de abasto donde se comercializa y el tercero, es el canal de distribución de la guayaba para el mercado estadounidense.

El costo de producción representó el 59% del ingreso del productor en la fruta que fue comercializada en el mercado nacional y 27% en el mercado internacional. El margen total de comercialización más alto fue en los estados de Nuevo León y Baja California y en el mercado estadounidense.

La participación que obtiene el productor de guayaba en el precio final oscila entre el 16 y 31% y es el detallista el que mayor participación obtiene en la comercialización. Por último, los productores de guayaba obtienen un 70% de ganancia cuando comercializan la guayaba en el mercado nacional y 268% cuando comercializan la fruta en el mercado de Estados Unidos. En el caso de Nuevo León el agente detallista es el que mayor ganancia obtiene ya que es un mercado en el cual los precios al consumidor son los más altos.

BIBLIOGRAFÍA

Borja B. M.; Vélez I. A. y Ramos G.J.L. 2018. Tipología y diferenciación de productores de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Calvillo, Aguascalientes, México. Región y Sociedad. 30(71): 1-22.

Caldentey, P. 1979. Comercialización de productos agrarios, aspectos económicos y comerciales. 2da Edición. Ed. Agrícola española S. A. Madrid, España. Pág. 26.

Martínez C. C. J.; Cotera R. J. y Kido C. M. T. 2013. Canales y márgenes de comercialización de productos lácteos en dobladero, Veracruz, México. Revista Mexicana de Agronegocios. 32: 281-288.

Quintero R., J. M.; Omaña S., J. M. y Sangerman-Jarquin D. M. 2016. Modelo de transporte para la distribución de guayaba (*Psidium guajava* L.) en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 7(6)

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Cierre de la producción agrícola (1980-2017). https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119. Consultado 13 de junio de 2017.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. Márgenes de comercialización de frutas y hortalizas (varios años). https://www.gob.mx/siap/prensa/margenes-de-comercializacion-enero-2018?idiom=es. Consultado 13 de junio de 2018.

SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2018. Mercados nacionales: precios de mercado. http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/ consultado en febrero de 2018.

PREDICCIÓN DE LA PRESENCIA DE *Euphorbia antisyphilitica* Zucc MEDIANTE PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Alejandro Moreno-Reséndez[1,5]*; José Antonio Hernández-Herrera[2]; Luis Manuel Valenzuela-Núñez[3,5]; Martin Martínez-Salvador[4]

[1]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez S/N. Colonia Valle Verde, Torreón, Coahuila, México, C.P. 27054. [2]Estudiante de Doctorado del Programa de Posgrado en Ciencias en Producción Agropecuaria. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Periférico Raúl López Sánchez S/N. Colonia Valle Verde, Torreón, Coahuila, México, C.P. 27054. [3]Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad S/N. Fracc. Filadelfia, Gómez Palacio, Durango, México. C.P. 35010. [4]Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México. [5]Integrante de la Red Académica de Innovación en Alimentos y Agricultura Sustentable (RAIAAS) – Auspiciada por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) y La Comunidad de Instituciones de Educación Superior de la Laguna (CIESLAG). *Autor para correspondencia: alejamorsa@yahoo.com.mx y alejamorsa@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Para el manejo forestal es indispensable conocer la distribución de las especies y la modelación es una herramienta adecuada para llevar a cabo esta actividad, para ello existen diversos metodologías, entre éstas destaca el concepto de nicho ecológico: método correlativo, sencillo, que requiere de información sobre cada especie, la cual es integrada a los parámetros del clima o del suelo que favorecen la presencia de la especie de interés (Owens *et al*., 2013). Esto permite entender la combinación de los factores ambientales que favorecen la especie estudiada en una región geográfica y los efectos en los factores ambientales (Peterson *et al.,* 2011). Se utiliza el algoritmo basado en la teoría de máxima entropía que combina pruebas estadísticas y de probabilidad, cuyo propósito es estimar las distribuciones de probabilidad, las cuales están subordinados a restricciones por la información ambiental (Elith *et al*., 2011). En este sentido, uno de los grandes problemas en la actualidad es la dificultad para identificar la extensión de diferentes tipos de vegetación y es un obstáculo para determinar la superficie que ocupan las especies de zonas áridas, por lo tanto con la obtención de la distribución permitirá realizar un adecuado manejo de los recursos naturales y la planificación en el uso del suelo ante condiciones ambientales cambiantes (Rehfeldt *et al*., 2012). Por lo anterior, se pretende identificar las propiedades físicas y químicas del suelo que permiten la sobrevivencia y la permanencia de *Euphorbia antisyphilitica Zucc* en Viesca Coahuila, aplicando modelación con el método de Máxima Entropía, usando archivos ráster con resolución espacial de 250 m, para determinar la distribución actual y la superficie de las poblaciones naturales de candelilla como alternativa para integrar el inventario nacional de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región de estudio comprende un área natural del municipio de Viesca, localizado en la porción suroeste de Coahuila, con coordenadas 25° 07' 21.10" y 25° 14' 52.15" LN y 102° 32' 50.75" y 102° 39' 8.13" LW. La altitud mínima es de 1,140 m localizada en los Llanos de Lokhar y la altitud máxima es de 1,880 m ubicada en la Sierra Carolinas (INEGI, 1996).

Figura 1. Área de estudio y sitio de muestreo en Viesca Coahuila, México.

En la región predomina el suelo leptosol calcáreo en las áreas cerriles, regosol y calcisol en la bajada de la Sierra Carolinas. La textura dominante es arcillosa, mientras que el material geológico es roca caliza, presenta suelos someros con profundidad máxima de 50 cm (INEGI, 2015). El clima es muy seco semicálido BWhw, con temperaturas mínima, máxima y media anual de -4.4, 38.3 y 18.7 °C, respectivamente, y la precipitación anual es de 226.3 mm con régimen de lluvias en verano (CONAGUA 2017). El tipo de vegetación es el matorral desértico rosetófilo, con dominancia de *Agave lechuguilla* Torr*, E. antisyphilitica, Fouquieria splendens* Engelm y *Jatropha dioica* Sessé ex Carv (Encina-Domínguez *et al*., 2013, INEGI, 2014).

Se ejecutó un muestreo sistemático en gradiente en 71 sitios, utilizando un cuadrado de 20 x 20 m (CONAFOR, 2011). En cada sitio se registraron coordenadas geográficas y las variables evaluadas *in situ* fueron: altura, diámetros mayor y menor de los ejemplares de candelilla presentes. Adicionalmente, se obtuvieron las características del hábitat, del relieve y del suelo (PMC, 2011). Con las evaluaciones *in situ* y la revisión de literatura de las condiciones del hábitat y los requerimientos de suelo de la especie, se identificaron las condiciones edáficas que permiten la presencia de la candelilla, y de acuerdo con Zamora-Martínez *et al*. (2013); Martínez-Salvador *et al*. (2014); y Martínez-Salvador *et al*. (2015) se seleccionaron nueve propiedades del suelo, las cuales tienen mayor incidencia en el desarrollo de esta especie.

Se obtuvieron archivos de tipo ráster (.tif) de la base de datos *Soilgrid* con resolución espacial de 250 m. Estos archivos se transformaron a formato ascii (.asc) con el programa Diva Gis (Guarino *et al*. 2002). Para la predicción se utilizó el 75 % de los sitios de muestreo (n = 54) y el 25 % restante (n = 17) se utilizó para la validación del modelo. En cada pronóstico y validación

se realizaron los análisis estadístico de las propiedades evaluadas mediante la prueba del área bajo la curva (AUC), la prueba de regularización de Jackknife y la salida geográfica o mapas de la probable distribución de la especie en archivos ráster (Phillips *et al*., 2017). También se empleó la prueba estadística de Kappa, que se considera como la medida más apropiada para evaluar el rendimiento de los modelos de presencia-ausencia de especies en el área de ecología (Allouche *et al*. 2006). Finalmente, los archivos en formato ráster se procesaron en el programa DIVA GIS para obtener la cartografía de la probabilidad de distribución de la especie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El AUC de predicción fue cercano a 1, con un valor de 0.973, el cual resultó apropiado para explicar la distribución de la candelilla, y fue considerado como un rendimiento excelente de acuerdo con Swets (1998). La curva de predicción y de validación se muestra en la Figura 2, el color rojo es la predicción y exhibe el ajuste del modelo a los datos del muestreo, mientras que la curva azul de validación, indica el grado de ajuste del modelo a los datos de prueba, se considera que es la prueba real del poder predictivo del modelo de Máxima Entropía. El valor de concordancia del índice de Kappa fue de 0.953, debido a que la evaluación de la precisión de las predicciones de presencia-ausencia de la especie fue mayor al 74.3 %. Aunque los valores del índice de Kappa fueron ligeramente menores a el AUC, se consideran con una precisión adecuada para determinar la clasificación y la presencia de la candelilla (Li y Guo, 2013).

En la determinación de la importancia en la probabilidad de distribución, paralelamente con el porcentaje y el nivel de influencia que contribuyen al modelo, las propiedades más influyentes fueron profundidad, Da y pedregosidad sumando estos aspectos físicos el 81.8 % de su contribución al modelo (Cuadro 1). Se determinó que la profundidad, establece la distribución de la candelilla teniendo como limitante del suelo la presencia del afloramiento rocoso, ya que los suelos de tipo leptosoles son muy superficiales, delgados con enraizamiento restringido a una profundidad < 25 cm por la presencia de roca (WRB, 2014). Lo anterior coincide con Martínez-Salvador *et al*. (2014), quienes determinaron que la candelilla se desarrolla en laderas de zonas cerriles, en suelos pocos profundos, ricos en carbonatos de calcio, siendo estas condiciones el hábitat idóneo para esta especie (Meyer *et al*., 1992).

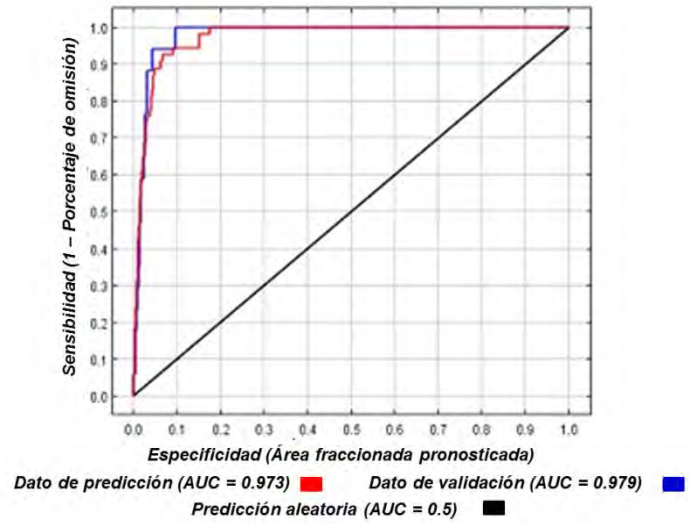


Figura 2. Curva operacional para dos grupos de datos: de predicción en color rojo y de validación en color azul, así como el AUC de Viesca, Coahuila

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas del suelo de Viesca utilizadas en la modelación y su contribución al modelo.

Variables	Unidad	Valores promedio	Contribución al modelo (%)
Profundidad absoluta hasta el lecho de roca	cm	12.4	31.4
Densidad aparente	kg•m^{-3}	1,473.8	28.1
Fragmentos gruesos volumétricos (piedras)	%	41.7	22.3
Contenido de arcillas (0-2 μm)	Fracción de masa (%)	42.11	2.1
Contenido de limos (2-50 μm)	Fracción de masa (%)	26.2	5.6
Contenido de arenas (50-200 μm)	Fracción de masa (%)	31.6	0.1
Capacidad de intercambio catiónico	cmol•kg^{-1}	23.8	0.6
Contenido de carbono orgánico en el suelo	g•kg^{-1}	6.98	8.0
pH del suelo	-	7.02	1.6

La Da, con un valor de 1.4738 kg•m^{-3}, fue el segundo parámetro físico de importancia, se considera que tiene relación con propiedades y procesos del suelo, como son las propiedades hidráulicas, la compactación del suelo, el contenido de materia orgánica y la erosión (Beutler *et al*., 2017). Existe una mayor probabilidad de que la especie sea localizada en el rango de 1.420 a 1.480 kg•m^{-3}, al acercarse a valor critico 1.690 kg•m^{-3} representa una restricción para el establecimiento y sobrevivencia de la candelilla en condiciones naturales, ya que Da afecta la infiltración del agua, las restricciones de enraizamiento, la capacidad de agua disponible, la porosidad del suelo, la disponibilidad de elementos nutritivos y al mismo tiempo favorece la

actividad de los microorganismos del suelo que tienen impacto en procesos como meteorización y productividad de las plantas (Dexter, 2004; Padilla *et al*., 2017)

La pedregosidad, con un promedio de 41.7 %, fue la tercera propiedad de relevancia, esto cobra importancia debido a que Zamora-Martínez *et al*. (2013), mencionan que la candelilla se establece en suelos con presencia de piedras, con buen drenaje y ricos en carbonato de calcio. Este valor se clasifica como fuertemente pedregoso en el rango de 31 - 60 % (INEGI, 2014). Se considera que la presencia de fragmentos gruesos >6 cm de diámetro denominadas piedras, son condiciones desfavorables para otras especies vegetales, ya que la pedregosidad favorece mayor acumulación agua en el suelo y en la roca, por lo tanto ofrece humedad disponible para el desarrollo de las plantas que sobreviven en los ambientes áridos (Marcos *et al*., 2017). En contraparte una desventaja, de suelos superficiales y con cantidades considerables de piedras tienen alta fragilidad a la erosión, que incrementa el riesgo de afectación al ecosistema, siendo la extracción de las plantas completas el factor que incrementa el riesgo de pérdida de partículas del suelo (Martínez-Ballesté y Mandujano, 2013).

Como cuarta propiedad de relevancia para la distribución de la candelilla se determinó el COS, con 6.98 $g \bullet kg^{-1}$. El COS registrado resultó inferior a las cantidades obtenidas en las áreas de pastizal y vegetación natural en la India, donde se reportaron valores máximos de 13.2 y 9.60 $g \bullet kg^{-1}$ respectivamente (Saha *et al*., 2011). Generalmente los contenidos de COS se encuentran en los primeros 20 cm de profundidad del suelo (Lai *et al*., 2013), característica que comparte este tipo de suelo donde se distribuye la candelilla.

El algoritmo de Maxent generó la distribución de probabilidad en el rango de 0.0 a 1.0, sobre los pixeles de cada archivo ráster: 0.0 indica ausencia y 1.0 presencia de la especie (Elith *et al*., 2011). Con la salida del mapa representa el modelo de predicción de las áreas geográficas de la distribución de la especie evaluada, donde son las condiciones ecológicamente realista para la especie, en este caso condicionadas por factores del suelo como se observa en la Figura 3. En el presente estudio de predicción de distribución de la candelilla fue importante elegir las propiedades más sobresalientes, que fortalecen los modelos de predicción, con los resultados cartográficos se puede realizar la extrapolación de la modelación a nivel municipal y estatal, representando una herramienta adecuada para determinar la situación actual y futura de los recursos naturales de los ecosistemas desérticos (Hageer *et al*., 2017).

CONCLUSIONES

Las propiedades del suelo que permiten la distribución y supervivencia de la candelilla en el municipio de Viesca fueron la profundidad, densidad aparente, el porcentaje de fragmentos gruesos volumétricos y el contenido de carbono orgánico en el suelo.

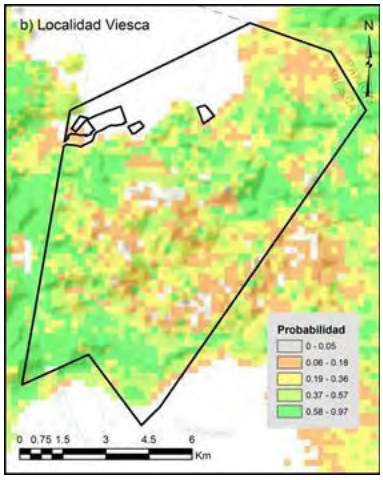


Figura 3. Mapa de distribución de la candelilla generado por Maxent, se observa que en las áreas de planicie no existen poblaciones, mientras que la presencia de la especie generalmente está condicionada a la zona cerril en Viesca.

BIBLIOGRAFÍA

Allouche, O., Tsoar, A., y Kadmon, R. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: Prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). Journal of Applied Ecology, 43(6), 1223–1232.

Beutler, S.J., Pereira, M.G., Tassinari, W.D.S., De Menezes, M.D., Valladares, G.S., y Dos Anjos, L.H.C. 2017. Bulk density prediction for histosols and soil horizons with high organic matter content. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, 41.

CONAFOR. 2011. Manual y procedimientos para el muestreo de campo Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Zapopan, Jalisco, México. Disponible en: http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/component/phocadownload/category/153-2012?download=781:manual-del-remuestreo-infys-2012

CONAGUA. (2017). Normales Climatológicas por Estación. Ciudad de México, México. Disponible en: http://smn.cna.gob.mx/es/

Dexter, R. 2004. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic mailer, and effects on root growth. Geoderma, 120, 201–214.

Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., y Yates, C.J. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. Diversity and Distributions, 17(1), 43–57.

Encina-Domínguez J.A., J.A. Meave., A.Z.-L. 2013. Structure and woody species diversity of the Dasylirion cedrosanum (Nolinaceae) rosette scrub of central and outhern Coahuila State, México. Botanical Sciences, 91(3), 335–347.

Guarino, L., Jarvis, A., Hijmans, R.J., y Maxted, N. 2002. 36 Geographic Information Systems (GIS) and the Conservation and Use of Plant Genetic Resources. Managing plant genetic diversity.

Hageer, Y., Esperón-Rodríguez, M., Baumgartner, J. B., y Beaumont, L.J. 2017. Climate, soil or both? Which variables are better predictors of the distributions of Australian shrub species? PeerJ, 5,

INEGI. 1996. Conjunto de datos vectoriales de la carta Topográfica Bajío de Ahuichila G13D48. Escala 1:50 000. Aguascalientes, Ags. México. Disponible en: http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapas

INEGI. 2014. Datos vectoriales Uso de suelo y vegetación serie V escala 1:250 000. Aguascalientes, Ags.

México. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usosuelo/

INEGI. 2015. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, escala 1: 250 000, Serie II Continuo Nacional. Aguascalientes, Ags. México. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/vectorial_serieii.aspx

Lai, L., Li, Y., Tian, Y., Jiang, L., Zhao, X., Zhu, L., … Rimmington, G.M. 2013. Effects of Added Organic Matter and Water on Soil Carbon Sequestration in an Arid Region. PLoS ONE, 8(7).

Li, W., y Guo, Q. 2013. How to assess the prediction accuracy of species presence-absence models without absence data? Ecography, 36(7), 788–799.

Marcos, S.P., Fernández Negrín, E., Quintana Vega, G., y Arco-Aguilar, M.J. 2017. Efecto de la inclinación y pedregosidad sobre el reparto del agua de lluvia, su cuantificación y aplicación al estudio de la vegetación en zonas áridas. Investigaciones geográficas.

Martínez-Ballesté, A., y Mandujano, M.C. 2013. The Consequences of Harvesting on Regeneration of a Non-timber Wax Producing Species (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) of the Chihuahuan Desert. Economic Botany, 67(2), 121–136.

Martínez S, M., David E. Hermosillo-Rojas., Aldo Saúl Mojica-Guerrero., J.A.P.A. 2015. Potencial productivo y zonificación para el uso y manejo de especies forestales de zonas áridas.

Martínez S, M., David E. Hermosillo Rojas., A.S.M.G. 2014. Guía para la zonificación forestal de zonas áridas de México.

Meyer, S.E., García-Moya, E., y Lagunes-Espinoza, L. del C. 1992. Topographic and soil surface effects on gypsophile plant community patterns in central Mexico. J. Vegetation Science, 3(3), 429–438.

Owens, H. L., Campbell, L. P., Dornak, L. L., Saupe, E. E., Barve, N., Soberón, J., … Peterson, A. T. 2013. Constraints on interpretation of ecological niche models by limited environmental ranges on calibration areas. Ecological Modelling, 263, 10–18.

Padilla, F.M., Peña-Fleitas, M.T., Fernández, M.D., del Moral, F., Thompson, R.B., y Gallardo, M. 2017. Responses of soil properties, crop yield and root growth to improved irrigation and N fertilization, soil tillage and compost addition in a pepper crop. Scientia Horticulturae, 225, 422–430.

Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R. G., Anderson, R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., & Bastos Araujo, M. (2011). Ecological niches and geographic distributions. Princeton University Press (Vol. 49). http://doi.org/10.5860/CHOICE.49-6266

Phillips, S.J., Anderson, R.P., Dudík, M., Schapire, R.E., y Blair, M.E. 2017. Opening the black box: an open-source release of Maxent. Ecography, 40(7), 887–893.

PMC. 2011. Manual de Referencia para el Muestreo Semicuantitativo del Inventario Forestal Estatal Cuantitativo: Matorrales. Texcoco, Estado de México. México. Disponible en: http://pmcarbono.org/pmc/descargas/manuales/Manual_Inventario_Forestal_Estatal_Semicuantitativo_2_Matorrales.pdf

Rehfeldt, G.E., Crookston, N.L., Sáenz-Romero, C., y Campbell, E.M. 2012. North American vegetation model for land-use planning in a changing climate: A solution to large classification problems. Ecological Applications, 22(1), 119–141.

Saha, D., Kukal, S. S., y Sharma, S. 2011. Landuse impacts on SOC fractions and aggregate stability in typic ustochrepts of Northwest India. Plant and Soil, 339(1), 457–470.

Swets, J. A. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. Science, 240(4857), 1285–1293. http://doi.org/10.1126/science.3287615

WRB. 2014. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106.

Zamora-Martínez M. C., Méndez-Espinoza, C., Pérez-Miranda R., Cortés-Barrera, E. N. 2013. Euphorbia antisyphilitica Zucc.: Recurso forestal no maderable de alto valor económico. Folleto Técnico 12, 64.

RECONSTRUCCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ESTACIONAL OCTUBRE-MAYO CON *Pinus cembroides* EN RIVA PALACIO, CHIHUAHUA

Emilia Raquel Pérez Evangelista[1]*; Carlos Miguel Ramos Cruz[2]; Fátima del Rocío Reyes Camarillo[3]; José Villanueva Díaz[4]

[1]Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Km. 38, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua, Bermejillo, Durango. C.P. 35230.
[2]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31, Carretera Montemorelos-China, General Terán, Nuevo León. C.P. 67400.
[3]Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Km. 38, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua, Bermejillo, Durango. C.P. 35230
[4]CENID-RASPA INIFAP Km 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento C.P. 35140, Gómez Palacio, Durango, México.
mili_06.raquel@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La variabilidad del clima ha afectado el ciclo hidrológico e incrementado la presencia de eventos hidroclimáticos extremos; dicha variabilidad es un tema muy relevante para la investigación, debido a las consecuencias que tiene para el medio natural y para los seres humanos. Para descartar de una mejor manera, cuales son los límites de normalidad climática, se han desarrollado diferentes técnicas, debido a la limitada disponibilidad y calidad de registros climáticos (Rangel *et al.,* 2017; Guirado, 2013). Una de las técnicas más precisas para extender la información hidroclimática a través del tiempo es la dendrocronología; de tal forma que se establece una relación entre series dendrocronológicas y los registros climáticos instrumentales disponibles (Bradley, 1999). Cada anillo de crecimiento se forma en relación al clima y a las condiciones ecológicas en las que se desarrolla, de esta manera al trabajar con especies que producen anillos de crecimiento anual y que muestran alta sensibilidad a la variación del clima determinada mediante el grosor de sus anillos de crecimiento, facilita realizar reconstrucciones climáticas, donde se analice la variabilidad de alta y baja frecuencia por siglos en el pasado, tendencias observadas en los mismos y los mecanismos atmosféricos que generan esta variabilidad (Villalba *et al.,* 2000).

Una de las especies de coníferas con mayor sensibilidad climática en el norte y centro de México es *P. cembroides,* especie de lento crecimiento que puede superar los 400 años (Constante *et al*., 2009), con anillos bien marcados y con alta variación en su grosor, indicativo de su sensibilidad a fluctuaciones climáticas. Estas características aunado a su amplia distribución en el país, le hacen una de las especies idóneas para reconstruir el clima, donde su repuesta consistentemente ha sido a la precipitación acumulada anual (Constante *et al.,* 2009; Villanueva *et al.,* 2009; Cardoza *et al.,* 2013). Dentro de la dendrocronología el proceso de

muestreo y de estandarización de las series elimina el ruido biológico y de otro tipo de perturbaciones y magnifica la señal climática, la cual puede ser utilizada para extender la información climática en el tiempo en una longitud (Fritts, 1976).

Con base a lo anterior, el objetivo fue determinar la influencia climática en el incremento radial de *P. cembroides* y desarrollar la reconstrucción de la precipitación para el municipio de Riva Palacio, Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de muestreo se ubica dentro de las coordenadas 28°33'16.83"N 106°31'27.46"O con un rango de altitud de 1,600 a 2,393 msnm. El muestreo fue sistemático estratificado. El total de individuos analizados fue de 17 árboles de *P. cembroides.* De los cuales, se obtuvieron de 4 a 6 muestras por árbol con un total de 138 muestras (secciones).

Preparación de secciones: consistió en el lijado y pulido, el cual se realizó con lijas de grano grueso al fino (de 120 a 1200), este procedimiento resaltó la estructura de crecimiento de cada anillo y permitió realizar su datado en microscopios de alta resolución.

Fechado y medición de anillos: el fechado se realizó mediante un conteo de los anillos de crecimiento a partir de la corteza hacia la médula mediante técnicas dendrocronológicas estandar, con la ayuda de un estereoscopio de resolución 10X, marca Olympus Corporation. (Stokes y Smiley, 1968). La Medición de anillos se realizó a través de un sistema de medición Velmex, el cual consta de un micrómetro de precisión de 0.001 mm, acoplado a una platina de fase deslizable, conectada a una computadora personal, usando el software de medición Measure J2X para Windows (Robinson y Evans, 1980).

Análisis de datos y generación de cronologías: El archivo de la medición de anillo total, se ingresó al programa COFECHA para valorar la calidad del fechado en términos estadísticos (Holmes, 1983). Una vez analizado el fechado, se utilizó el programa ARSTAN para estandarizar las series individuales de cada núcleo de crecimiento y aislar la varianza debida a factores biológicos no relacionados con el clima. La serie de crecimiento estandarizado generada con una media de uno (1.0) y varianza uniforme, se graficó para analizar su tendencia interanual y multianual (Fritts, 1976).

Reconstrucción climática: se utilizó el total de secciones de 17 árboles de *P. cembroides*. Los índices dendrocronológicos estandarizados se compararon con datos de precipitación del

servicio meteorológico nacional, del sitio de estudio. El periodo con más alta correlación, se utilizó para generar un modelo de reconstrucción. Los datos climáticos disponibles se dividieron en dos subperíodos, uno para calibración y otro para verificación; el procedimiento se valoró con el fin de determinar si el modelo de reconstrucción de cierto período simulaba significativamente los valores registrados del otro período, para este propósito se utilizó la subrutina Verify de la Librería de Programas Dendrocronológicos de la Universidad de Arizona. Esta subrutina involucra diversas pruebas estadísticas con las que se corrobora la validez del modelo de reconstrucción. En dicho programa, se utilizaron los primeros 21 datos (1971-1922) para la calibración y los 22 restantes (1923-2014) para la verificación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La intercorrelación entre series fue de 0.62 con una extensión de 1627 a 2014 (388 años). Dicha correlación se define como aceptable de acuerdo con Constante *et al*., (2009) quien menciona que el valor de intercorrelación entre series para *P. cembroides* oscila entre 0.61 y 0.74 en estudios realizados en Sierra de Zapalinamé, del estado de Coahuila. La serie de crecimiento de *P. cembroides* con extensión de 1627-2014, se asoció con los datos de la precipitación disponibles para el estado de Chihuahua (figura 1). Considerando el periodo de precipitación octubre-mayo (invierno-primavera), donde la correlación entre el índice de ancho de anillo total y la precipitación presentaron mayor correlación significativa (r= 0.67, p<0.005), en el periodo 1971-2014 de acuerdo a la disponibilidad de datos climáticos.

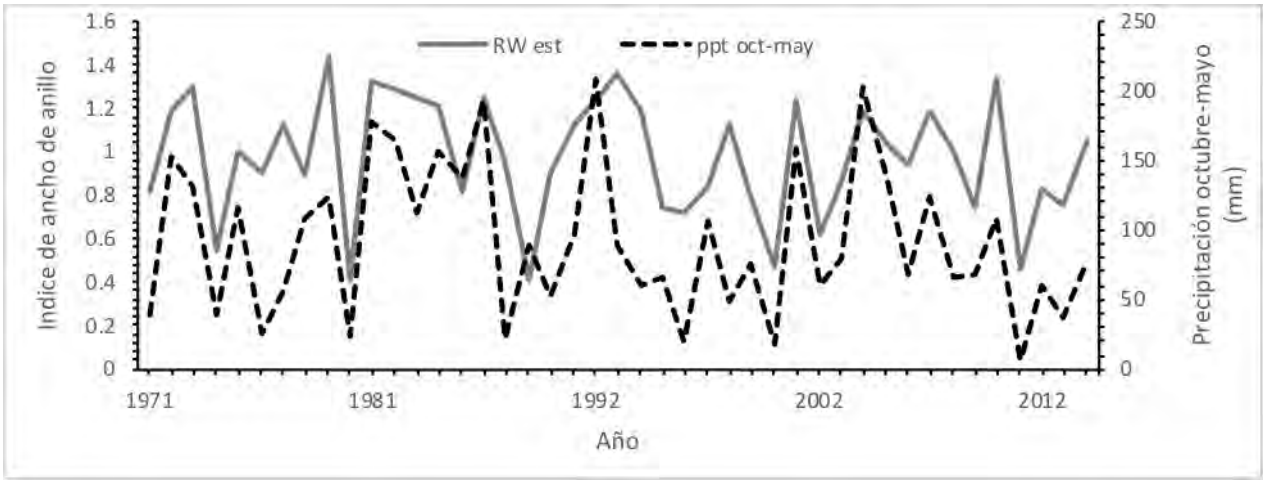


Figura 1. Relación entre índice de ancho de anillo y precipitación acumulada octubre-mayo del período de 1971-2014.

Calibración y Verificación

Con la finalidad de validar el modelo de reconstrucción se realizó el proceso de calibración y verificación. Donde se obtuvo una relación entre ambas variables de (r= 0.61, p<0.05), para la calibración y (r= 0.69, p<0.05), lo anterior para valorar la significancia de los datos reconstruidos. El análisis de calibración se realizó para el periodo de 1971 – 1992 y la verificación para el periodo de 1993 – 2014. En ambos subperíodos, los resultados fueron significativo. El periodo de datos climáticos utilizados para la reconstrucción fue de 1950-2014, r=0.67, mostró un coeficiente de determinación de r^2=0.44 (P<0.05).

El modelo de regresión que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_t = -33.27127421 + 129.034171 * X_t$$

Donde:

Yt = Valor de la precipitación reconstruida para el periodo octubre – mayo de un año en particular.

Xt = Índice de ancho de anillo para el mismo año.

Los datos de la calibración y verificación fueron significativos (p<0.05), por lo tanto, el modelo para el periodo 1971- 2014 se consideró estadísticamente válido con fines de reconstrucción (figura 2).

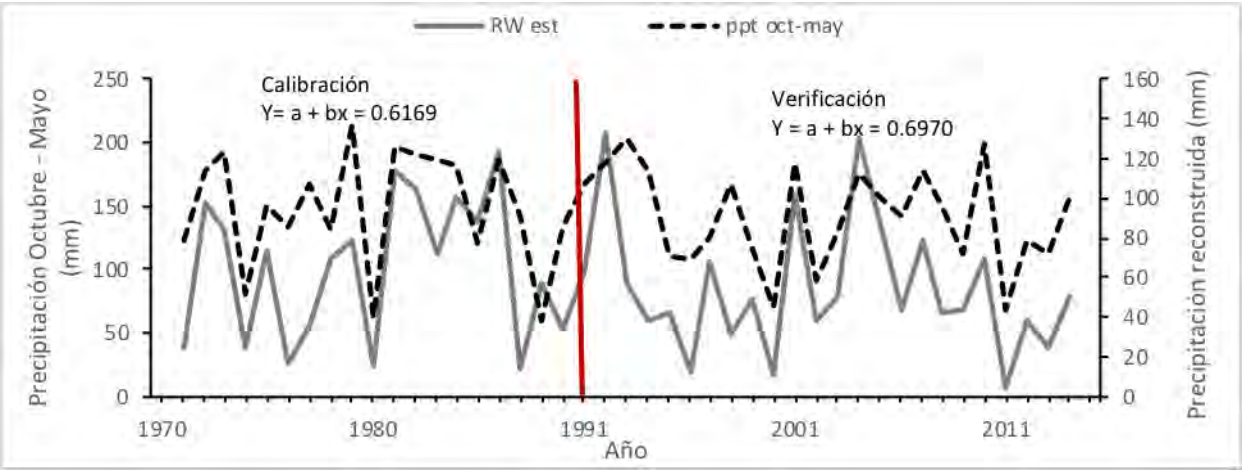


Figura 2. Calibración y verificación entre precipitación observada y precipitación reconstruida para el período estacional octubre – mayo.

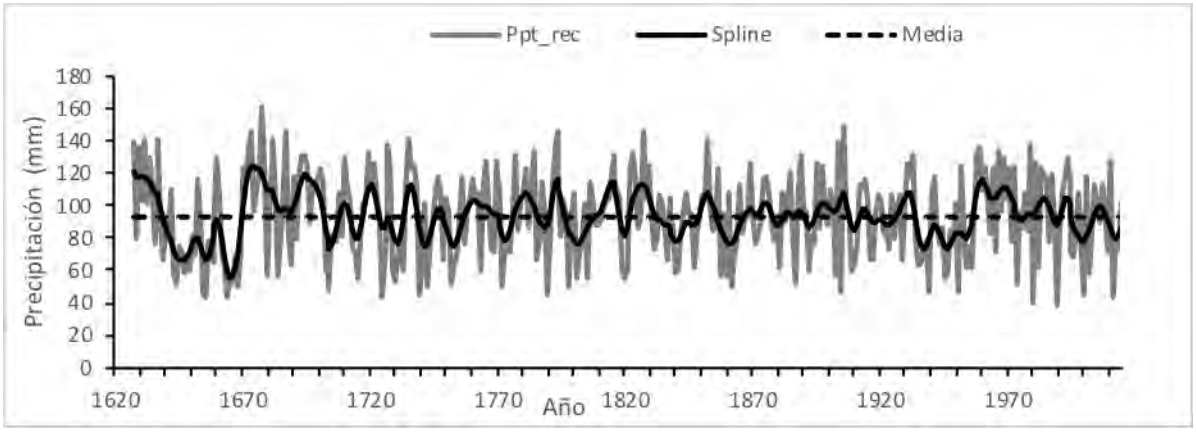


Figura 3. Reconstrucción de la precipitación estacional octubre-mayo en el municipio de Riva Palacio, Chihuahua.

Se detectaron 13 periodos de sequías con duración de 4 o más años (figura 3). Los periodos de sequías 1770-1773, 1785- 1786, 1988-1989 y el año 2011 coinciden con lo reportado por Montes (2014). Estos periodos se presentan de forma recurrente en el estado de Chihuahua. Así mismo, los años 1902, 1904, 1982, 1798, 1887 y 2000, coinciden con los descritos en la reconstrucción del Parque Nacional Basaseachi (Irby *et al*., 2013). Cabe mencionar los años 1742, 1820, 1954, 1974 y 1980, coinciden perfectamente con lo reconstruido por Díaz (2002).

En el caso de periodos lluviosos, se presentaron 18 con precipitación por arriba de la media, con duración de 4 o más años. Los períodos húmedos más sobresalientes fueron 1761-1766 excepto el año 1763. Estos eventos sincronizan con estudios climáticos realizados para el estado de Chihuahua (Montes, 2014). Otros de los periodos destacados con precipitaciones constantes arriba de la media registrados para la parte alta de la cuenca del río Nazas y que sincronizan con la variabilidad climática reconstruida son 1627-1635, 1733-1740, 1766-1773, 1814-1818 y 1931 (Cerano *et al*., 2012). Para el norte de México los años 1830, 1900, 1970, 2010 y 2012 (Villanueva *et al.,* 2014).

CONLUSIONES

La cronología generada con *P. cembroides* es un aporte importante a la red de estudios dendrocronológicos del Estado de Chihuahua, debido a su extensión de 1627 a 2014 (388 años). Se resaltan los años 1902, 1904, 1980 y 1982; considerados como años clave de sequías extremas. Por lo tanto se confirma la importancia de los estudios dendrocronológicos a través del análisis de dicha especie.

BIBLIOGRAFÍA

Bradley, R.S. 1999. Paleoclimatology: reconstructing cllimates of the quaternary. Second Edition. Volumen 68. Elsevier Academic Press. Amsterdan. 614 p.

Cardoza - Martínez, G. F., Cerano Paredes, J., Villanueva Díaz, J., Cervantes Martínez, R., Guerra de la Cruz, V., & y J Estrada Ávalos, J. (2013). Reconstrucción de la precipitación anual para la región oriental del estado de Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 5*(23), 110-127.

Cerano Paredes, J., Villanueva Díaz, J., Valdez Cepeda, R. D., Constante García, V., González Barrios, J. L., & Juan, E. Á. (2012). Precipitación recontruida apara la parte alta de la cuenca del Río Nazas, Durango. *Revista mexicana de Ciencia Forestal, 3*(10), 7-23.

Constante- García, V., Villanueva Díaz, J., Cerano Paredes, J., Cornejo Oviedo, E. H., & Valencia Manzo, S. (2009). Dendrocronología de Pinus cembroides Zucc. y reconstrucción de precipitación estacional para el Sureste de Coahuila. *Ciencia forestal en México, 34*(106), 17-39.

Díaz, S. C., Therrell, M. D., Stahle, D. W., & Cleaveland, M. K. (2002). Chihuahua (Mexico) winter-spring precipitation reconstructed from tree-rings, 1647–1992. *Climate Research, 22*(4), 237-244.

Fritts, H. (1976). *Tree-rings and Climate., .* London - New York- San Francisco.

Gil Guirado, S. (2013). Reconstrucción climática histórica y análisis evolutivo de la vulnerabilidad y adaptación a las sequías e inundaciones en la Cuenca del Segura (España) y en la Cuenca del Río Mendoza (Argentina). *Cuadernos GeográFicos, 52*(2), 132-151. Obtenido de http://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/1515/1722

Holmes, R. (1983). Computer-assisted quality control in tree-ring dating and . *Tree-Ring Bulletin*, 69-78.

Montes Ontiveros, A. (2014). *Reconstrucción dendrocronológica de precipitación invierno –primavera para Bocoyna, Chihuahua.* Universidad Autonoma Chapingo . Durango: Unidad Regional de Zonas Áridas.

Rangel - Blanco, L., Tello - Iturbide, A., & Gómez - Issasi, J. A. (2017). Externalidades ambientales derivadas del cambio climático en la zona sur de Tamulipas. *Revista de la alta tecnología y sociedad, 9*(3), 1-9.

Robinson, w. R. (1980). *Amicomputer-based tree-ring measuring system.* (40:59-64 ed.). Tree ring bulletin.

Stokes, M. A. (1968). An Introductión to Tree-Ring Dating (73p. ed.). Chicago: University of Chicago Press.

Villalba, R., Villagra, P. E., Boninsegna, J. A., Morales, M. S., & Moyano, V. (2000). Dendroecología y dendroclimatología con especies del género prosopis en Argentina. *MULTEQUINA, 9*(2), 1-18.

Villanueva Díaz, J., Cerano Paredes, J., Rosales Mata, S., Arrocena López, J. C., Stahle, D. W., Ruíz Corral, J. A., & Martínez Sifuentes, A. R. (2014). Variabilidad hidroclimática reconstruida con anillos de árboles para la cuenca alta del Río Mezquital, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*(10), 1897-1912.

EVALUACIÓN DE LA RED DE ESTACIONES AGROCLIMATOLÓGICAS AUTOMATIZADAS DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

Emilia Raquel Pérez Evangelista[1]; Carlos Miguel Ramos Cruz[2*]; Isidro Humberto Almeyda León[2]; Lorenzo Danilo Granados Rivera[2]; Rogelio Molina Muñoz[3]

[1]Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Km. 38, Carretera Gómez Palacio-Chihuahua, Bermejillo, Durango. C.P. 35230.
[2]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31, Carretera Montemorelos-China, General Terán, Nuevo León. C.P. 67400.
[3]Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, Km 1, Carretera a la estación de Rincón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. C.P. 20670.
ramos.carlos@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La eficiencia en la producción de alimentos depende de diversos factores como es la variedad de semilla, el tipo de suelo, las actividades del hombre y el clima (FAO, 2014). Por tal motivo, el clima es una variable clave en la producción de alimentos. Lo anterior, es cada vez más importante debido a que el avance tecnológico ha transformado la agricultura en una operación compleja y de gran escala, y ello obliga, a que su sustento e incremento requieran de decisiones basadas en información, entre las más importantes, información climática. No obstante, en México los tomadores de decisiones en la agricultura cuentan con escasa información climática para la planeación del manejo de los cultivos. Debido a ello, se han desarrollado proyectos encaminados a resolver dicho problema (Grageda *et al*., 2012). Al respecto, esta necesidad de contar con información meteorológica confiable ha propiciado que en las entidades federativas se establezcan redes agro-meteorológicas (Medina *et al*., 2008), de tal suerte que se genere información climatológica pertinente con las necesidades de cada región (Bravo *et a*l., 2014). En particular, en Nuevo León se cuenta con una red agro-climática de 38 estaciones meteorológicas automatizadas (EMA´s), distribuidas en las principales zonas agrícolas del estado y administradas por el INIFAP y Fundación PRODUCE Nuevo León. El registro de las variables climáticas de dicha red se contabiliza cada 15 minutos y los datos son enviados al Laboratorio Nacional de Modelajes y Sensores Remotos (LNMySR) del INIFAP ubicado en el Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes (Martínez *et a*l., 2008; Mariles *et al*., 2013). Esta información puede ser consultada en tiempo real, además de los record históricos de forma gratuita en el siguiente portal: http://clima.inifap.gob.mx. Es preciso mencionar, que los datos antes de ser puestos a disposición de los usuarios para su consulta y descarga, son sometidos a pruebas de control de calidad para identificar y eliminar datos poco plausibles (Rodríguez y Ramos, 2017). Las variables registradas por las EMA´s son las de mayor importancia para caracterizar los procesos de intercambio entre el medio y la atmósfera.

El análisis conjunto de datos de temperatura, humedad relativa y precipitación, en especies cultivadas (Anuales y perennes) permite generar programas de riego, identificar condiciones meteorológicas ideales para el desarrollo de plagas y enfermedades. Dependiendo de la extensión histórica se pueden alimentar modelos de pronostico a corto plazo y estudios de cambio climático (Rodríguez y Ramos, 2017). No obstante de estas ventajas, su utilización en estos momentos es limitada debido a que de las 38 EMA´s en Nuevo León, sólo 13 EMA´s se encuentran operando en línea. Con base en ello, se planteó el presente estudio con el objetivo de realizar un diagnóstico de la red de estaciones agro-climatológicas automatizadas en Nuevo León.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el estado de Nuevo León, el cual cuenta con una red de 38 EMA´s administradas por el INIFAP y la Fundación Produce Nuevo León (Figura 1). Cada estación cuenta con sensores para medir temperatura del aire (T), humedad relativa (HR), precipitación (P), dirección del viento (DV), velocidad del viento (VV) y radiación solar (Rad) (Figura 2).

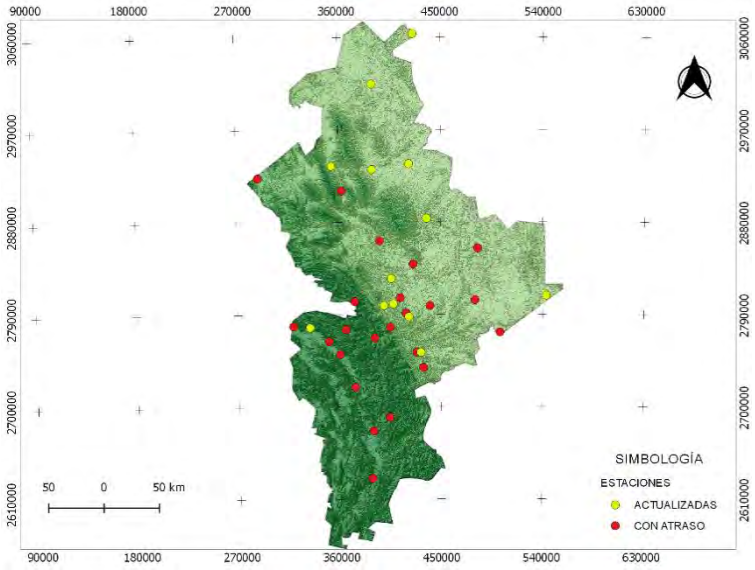


Figura 1. Distribución geográfica de la red de estaciones climatológicas del estado de Nuevo León.

Figura 2. Componentes de una Estación Meteorológica automatizada.

Con la finalidad de realizar un diagnóstico de cada una de las EMA, se realizó un recorrido y se evaluaron los distintos componentes que las integran, de la siguiente manera:

Diagnóstico de Sensores y Paneles: se desmontó la estación de la base y se extrajo la Unidad Transmisora de Radio (UTR), posteriormente, se desconectaron los cables de los sensores y del panel. Seguidamente, se comprobó el funcionamiento de cada sensor con un tester Sensores-Paneles (marca ADCOM Telemetry® modelo A511) y se realizó un reporte de cada EMA analizada.

Funcionamiento de la Unidad Transmisora de Datos: Para verificar su funcionamiento, así como la correcta configuración de la IP para envió de la información al LNMySR se utilizó un cable programador para RTU USB-5pin y el software ADCOM Telemetry RTU Configurator.

Inspección de baterías: para comprobar que las baterías no presentaran daño, se abrió la radio y desconectó el paquete de baterías de la placa electrónica por medio del conector PCB (Figura 3). El estado de carga se midió con un multímetro digital.

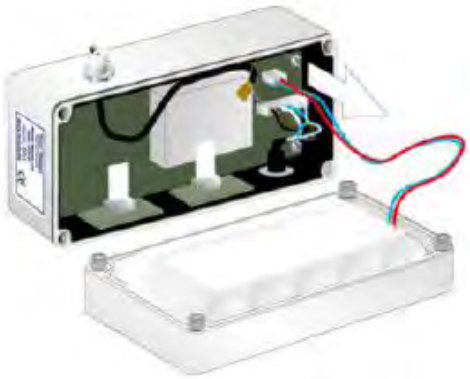


Figura 3. Desconexión de baterías de la UTR.

Verificación de la ubicación: debido a que algunos datos registrados en el LNMySR respecto a la ubicación de las EMA´s no coincidían con las coordenadas reales de las mismas, se realizó la verificación de dicha información, y en su caso se hicieron las correcciones pertinentes. Para esto se utilizó un GPS (marca GARMIN® modelo Etrex 20).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Red de estaciones meteorológicas del estado de Nuevo León se encontraron 15 EMA´s con un atraso menor a 3 años y 4 EMA´s con atraso mayor a 6 años. Asimismo, se encontró que el 38% de los paneles estaban dañados, lo cual ocasionó que las baterías dejaran de cargar y en consecuencia las unidades transmisoras de datos no enviaran información a la base de datos del LNMySR. Los sensores que presentaron daño mayor fueron los de precipitación (53%), velocidad del viento (38.4%) y dirección del viento (30.8%) (Cuadro 1). En particular, en el sensor de precipitación la principal causa del daño fueron los cables desoldados del contador electrónico a la UTR, asimismo, cables quebrados, tapados por tierra, hojas de árboles e insectos (telarañas y panales de avispas), y ello impedía que las lecturas se realicen de manera correcta. Lo anterior, es debido a la falta de mantenimiento, el cual se recomienda realizarse cada seis meses en estaciones cercanas a poblaciones y cada año en estaciones de difícil acceso. Estos mantenimientos se pueden diferenciar en dos tipos: preventivo y correctivo. El primero consiste en una inspección de la EMA para prevenir averías y prolongar el tiempo de vida y funcionamiento de los componentes, así como el mantenimiento de las instalaciones. El mantenimiento correctivo consiste en la reparación, ajuste o sustitución de los elementos que ya no funcionen adecuadamente (AEMeT, 2016).

Seis EMA´s (San José de Raíces, Cerro de agua, San Isidro, Dr. Arroyo, San Gabriel y La Leona) no se encontraron instaladas el área donde se tenía el registro. De acuerdo a la información proporcionada por los encargados de los predios, estas fueron desinstaladas y bandalizadas por personas ajenas al personal encargado. Asimismo, durante el diagnostico se repararon tres EMA´s, las cuales presentaron problemas de mala configuración de IP (Aramberri, Vivero el llano) y antena desconectada (San Rafael), lo cual facilitó su reparación y ahora buen funcionamiento.

Cuadro 1. Estaciones climatológicas diagnosticadas de la red estatal de Nuevo León.

Nombre EMA	Días atraso	Radio	Panel	Betería	Sensores					
					T	HR	DV	VV	Rad	P
Aramberri	800						1	1		
Los Rayones	800						1	1		
San José de Raíces	2202	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INIFAP	800		1							
Vivero el Llano	1020						1	1		1
El Naranjo	750	1		1						
Cerro de Agua	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0
El Berrendo	800		1							
Rancho María Josefina	359			1	1	1		1		1
Facultad de Agronomía UANL	800		1							1
San Isidro	1020	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sandia	800		1							1
La Ascensión	349		1							1
Dr. Arroyo	768	0	0	0	0	0	0	0	0	0
San Gabriel	2215	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lab. Biotecnología	264	1								1
San Rafael	710									
La Leona	1781	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Las Milpillas	2238			1	1	1	1	1	1	1
Total		2	5	3	2	2	4	5	1	7

Las EMA´s que presentaron problemas de ubicación (INIFAP, San Isidro y San Rafael), tenían un error mayor a los 500 m. Lo anterior, pudiera afectar los pronósticos generados con la información de estas EMA´s. Por lo tanto, se realizó el ajuste de la ubicación en el portal de la red nacional de estaciones.

CONCLUSIONES

Con la información del presente estudio se concluye que la principal causa del mal funcionamiento de las estaciones meteorológicas automatizadas es la falta de mantenimiento, asimismo, el poco interés del resguardo de las EMA´s de los propietarios de los predios donde se encuentras instaladas. Lo anterior, es posible se debe al desconocimiento de dichos propietarios a la utilidad de la información que generan las EMA´s. Por tanto, se recomienda realizar un adecuado mantenimiento de la red climática del estado de Nuevo León, así como campañas de concientización y capacitación respecto a la importancia y utilidad de la información climática en la agricultura y con esto, propiciar el cuidado de dichos instrumentos.

BIBLIOGRAFÍA

AEMeT (2016). Mantenimiento de Estaciones Meteorológicas Automáticas. el blod de la Agencia Estatal de Meteorología, Madrid, España. Disponible en: https://aemetblog.es/2016/05/10/mantenimiento-de-estaciones-meteorologicas-automaticas/

Bravo, E., Cano, M., López, P., Mariles, L., González, M., y González, L. (2014). "Aplicaciones de la Red de Estaciones Agroclimatológicas Automatizadas del Estado de Oaxaca." Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Etla, Oaxaca, México. 54 p.

FAO (2014). "Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de política." Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Santiago, Chile. 484 p.

Grageda, J., Jiménez, A., Rodríguez, J., Fu, A., Pérez, B., and Borrón, R. (2012). Uso de la información de una red de estaciones meteorológicas automatizadas en Sonora. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud XIV (1): 13-17.

Mariles, V., Cano, M., Bravo, E., López, P., Maciel, L., González, M., y González, L. (2013). "Red de estaciones climatológicas automatizadas en el estado de Oaxaca." Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolasy Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacíico Sur. Campo Experimental VallesCentrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oax. México.

Martínez, O., Cano, A., y Berlanga, C. (2008). "La medición del clima y sus aplicaciones en las actividades agricolas del estado de Coahuila." Centro de Investagación Regional Noreste, Campo Experimental Saltillo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agricolas y Pecuarias, Saltillo, Coahuila, México. 61 p.

Medina, G., Grageda, J., Ruiz, J., y Báez, A. (2008). "Uso de estaciones meteorológicas en la agricultura." Centro de Investagación Regional Noreste Centro, Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agricolas y Pecuarias. 25 p.

Rodríguez, V., y Ramos, F. (2017). Agrometeorología: Del monitoreo del clima a la agricultura climicamente inteligente. Hortalizas, México. Disponible en: http://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/62390/

USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA MEDICIÓN DE VARIABLES PARA RIEGO SUPERFICIAL

Carlos Miguel Ramos Cruz[1*]; Gerardo Delgado Ramirez[2]; Juan Estrada Avalos[2]; Diego Domínguez Alemán[3]

[1*]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31 Carretera Montemorelos-China. C. P. 67400. General Terán, Nuevo León.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Atmósfera (CENID-RASPA) del INIFAP. Canal Sacramento Km. 6.5. C.P. 35140. Gómez Palacios, Durango.
[3]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez y carretera Santa Fe. C.P. 27054. Torreón Coahuila.
ramos.carlos@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México, se destina un 80% del agua disponible a la agricultura (Martínez *et al*., 2017), con eficiencia de uso de alrededor de 40% en los Distritos de Riego (DR) (Catalán *et al*., 2012) y 57% en las unidades de riego (Arreguín *et al*., 2010). Debido a lo anterior, existe un potencial grande de optimizar el agua en el país al incrementar su eficiencia de uso en la agricultura. Para esto, el gobierno Federal a través del Programa Nacional Hídrico (PNH) 2014-2018 propone diversas estrategias que permitan asegurar el agua para riego, generación de energía, industria y turismo de manera sustentable al realizar acciones como: la tecnificación del riego, incremento de la eficiencia y la productividad del agua.

La problemática indicada podría deberse a que en los módulos de riego se omite considerar variables tales como: la longitud y ancho de melgas o camas, gastos unitarios, nivelación de terreno, gasto de entrada a las parcelas y el requerimiento de agua por los cultivos, lo cual está relacionado directamente con la eficiencia de aplicación. Ramos (2016) señala que las eficiencias de aplicación promedio en un módulo del DR-017 son del 59.4%, lo cual indica que los usuarios aplican más agua de la requerida por los cultivos. Considerar los aspectos antes citados en el riego superficial permiten incrementar la superficie regable hasta un 30%, con el mismo volumen de agua utilizado (INTA, 2015), así como conseguir la aplicación de la lámina de riego requerida por el cultivo y lograr una eficiencia de aplicación alta (Saucedo *et al*., 2013, 2015). Cuantificar las variables longitud y ancho de melga en campo requiere de tiempo y esfuerzo considerable por parte de los usuarios, por tal motivo en este trabajo se midieron dichas variables mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) e imágenes de satélite para identificar áreas que permitan incrementar la eficiencia de aplicación de un módulo de riego del DR-017 Región Lagunera.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un módulo del Distrito de Riego 017 (DR-017) Región Lagunera, durante el ciclo agrícola 2013 (periodo marzo-julio). Este se localiza en el sureste del Estado de Coahuila de Zaragoza, entre 25° 45' 18'' y 25° 38' 59'' Latitud Norte, 102° 46' 0.6'' y 103° 05' 54'' Longitud Oeste a una altitud promedio de 1,096 msnm. Cuenta con una red de canales principales de 144 km y una superficie autorizada para riego durante el año de evaluación de 1,862 ha distribuidas en seis secciones de riego (Figura 1). Se evaluaron las secciones 91, 95 y 96 con una superficie de 395.5 ha, 235.7 ha y 436.8 ha, respectivamente, que en conjunto representan el 57% de la superficie total del módulo de riego.

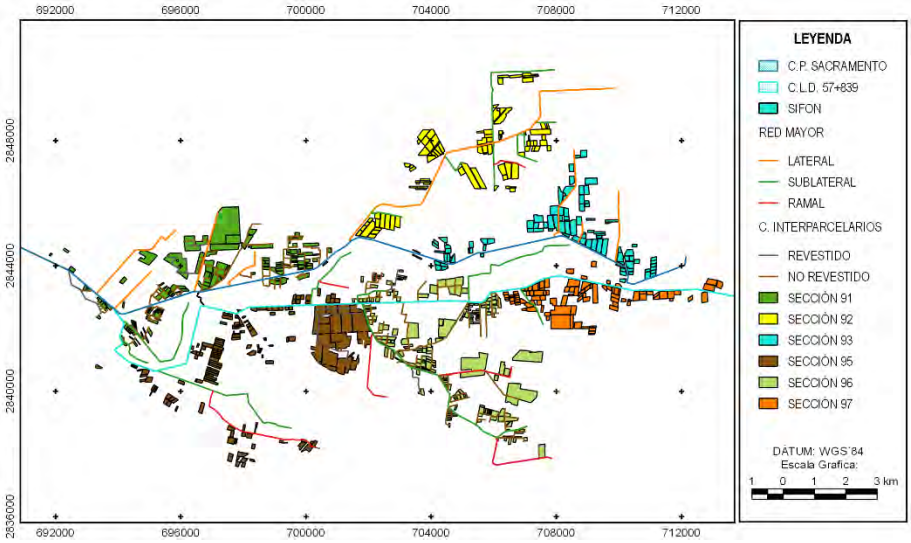


Figura 1. Distribución geográfica de las secciones de riego del módulo.

Para la evaluación de los gastos unitarios utilizados en el módulo, se realizaron las siguientes actividades:

Integración de un SIG: Este se realizó en el Laboratorio de SIG-Agua-Suelo del CENID-RASPA INIFAP, con sede en Gómez Palacio, Durango, y consistió en digitalizar las coordenadas recolectadas en campo con el GPSD de las distintas parcelas evaluadas en polígonos digitales de formato shapefile, bajo la proyección WGS 84 UTM para la zona 13 N (Ramos *et al*., 2017). Para esto se utilizó el software Quantum GIS (QGIS) que es un Sistema de Información Geográfica de código libre (Lakota y Stajnko, 2013).

Determinación de anchos y longitud de melgas: Para el caso de las longitudes de las melgas se utilizó el SIG generado (Ramos, 2016), en el cual se encuentran las longitudes de las parcelas evaluadas. El ancho de melga se calculó mediante el uso de imágenes de satélite. Estos fueron rectificados en campo mediante una cinta métrica.

Medición del gasto hidráulico: Los aforos se realizaron a la entrada de cada parcela durante el riego de pre-siembra y tres auxilios para los cultivos de nogal, algodón, sorgo forrajero y sorgo escobero. El gasto hidráulico se calculó por el método de sección velocidad (CNA-IMTA, 2001; McPhee *et al*., 2013). Para calcular el área de la sección de aforo en canales revestidos se midió: base mayor (espejo de agua), tirante hidráulico y la base menor (plantilla) y mediante la fórmula del trapecio (Ecuación 1) se calculó el área total de la sección.

$$A = \frac{B + b}{2} * h \qquad (1)$$

Dónde: A = área de la sección de aforo (m^2); B = base mayor (m); b = base menor (m) y h = tirante hidráulico (m).

Para el caso de los canales no revestidos se midió el espejo del agua y se dividió en cuatro dovelas. Posteriormente, se midió el tirante hidráulico de cada dovela; con la ecuación (2) se calculó el área de las dovelas externas y con la ecuación (3) se calculó el área de las dovelas internas. El área total de la sección de aforo fue la suma de las cuatro dovelas (Ramos *et al*., 2016).

$$A_1 = \frac{b * h}{h} \qquad (2)$$

$$A_2 = \frac{h_1 + h_2}{h} * b \qquad (3)$$

Dónde: A = área de la sección de aforo (m^2); b y h definidas arriba.

La velocidad se midió con un molinete digital (Goblal Water modelo FP-111), el cual se introdujo al centro de la sección de aforo a una profundidad del 60% respecto al tirante hidráulico. Con los datos de velocidad y área de los canales se utilizó la ecuación de continuidad para calcular el gasto hidráulico (Pedroza, 2017):

$$Q = A * V \qquad (4)$$

Dónde: Q = Gasto Hidráulico ($m^3\ s^{-1}$); A = área de la sección de aforo (m^2); y V = Velocidad del agua ($m\ s^{-1}$).

Calculo de gastos unitarios: Con el gasto parcelario disponible en cada una de las melgas evaluadas de cada parcela y el ancho de estas, se procedió a calcular el gasto unitario, el cual se define dividiendo el gasto parcelario entre el ancho de la melga ecuación (5) (Delgado *et al.,* 2014).

$$QU = \frac{Q}{AM} \quad (5)$$

Donde QU = Gasto unitario (L s^{-1} m^{-1}); Q = Gasto Hidráulico (m^3 s^{-1}); AM = Ancho de melga o tendida (m)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el uso de los SIG se facilitó la medición de las longitudes de melgas, las cuales se presentan en el Cuadro 1, donde se observa que las longitudes máximas se encuentran en los cultivos de nogal (256.0 m) y algodón (247.0 m). La longitud de las melgas o camas representan un aspecto importante en la tecnificación del riego superficial, debido a que en longitudes mayores a los 180 m se dificulta alcanzar una eficiencia mayor al 70%, lo cual se atribuye a la dificultad de controlar la pendiente y el gasto unitario (Delgado *et al*., 2014).

De la misma forma, los anchos calculados con el uso de los SIG se presentan en el Cuadro 2. Los cultivos con las melgas más anchas son el nogal y el sorgo forrajero, para el caso del nogal se debe principalmente al sistema de plantación (Ramos, 2016). Para tener una eficiencia de distribución alta, los anchos de las melgas deben estar en concordancia con el gasto unitario.

Cuadro 1. Valores mínimos, máximos y promedio de longitudes de melga de los cultivos evaluados

Cultivo	Longitud Mín (m^{-1})	Longitud Max (m^{-1})	Longitud Prom (m^{-1})
Nogal	50.0	256.0	140.6
Algodón	75.5	247.0	155.3
Sorgo Forrajero	64.5	201.0	121.4
Sorgo Escobero	95.0	180.0	135.8

Cuadro 2. Valores mínimos, máximos y promedio de ancho de melga de los cultivos evaluados

Cultivo	Ancho Mín (m^{-1})	Ancho Max (m^{-1})	Ancho Prom (m^{-1})
Nogal	18.0	22.0	20.1
Algodón	13.7	20.0	14.6
Sorgo Forrajero	17.0	21.0	19.4
Sorgo Escobero	19.3	20.2	19.8

Los gastos unitarios definidos en la evaluación del ciclo agrícola se presentan en el Cuadro 3. Estos varían entre los distintos riegos; en el caso del cultivo de algodón presenta en todos los riegos (pre-siembra, y los tres auxilios) los gastos unitarios promedio más bajos (5.7, 5.4, 5.6, y 5.5 L s^{-1} m^{-1} respectivamente), lo cual podría deberse a que los gastos de operación fueron bajos en relación con el ancho de melga (Ramos, 2016). Los gastos unitarios en las secciones evaluadas se encuentran por debajo del valor óptimo propuesto por Delgado *et al*., (2014). Estos autores consignaron que el gasto unitario debe ser 6.0 L s^{-1} m^{-1}, o lo más cercano a este valor en riego superficial, para garantizar una eficiencia potencial mayor al 90% en la uniformidad de distribución.

Cuadro 3. Gastos unitarios observados durante el riego de pre-siembra y tres auxilios de las secciones evaluadas en el módulo.

Riego	Cultivo	Mínimo (L m^{-1})	Máximo (L m^{-1})	Promedio (L m^{-1})
Pre-siembra	Nogal	4.1	8.0	6.4
	Algodón	3.6	7.5	5.7
	Sorgo Forrajero	4.1	7.9	6.2
	Sorgo Escobero	5.0	6.5	5.9
1er Auxilio	Nogal	4.2	7.8	6.1
	Algodón	3.2	7.0	5.4
	Sorgo Forrajero	4.0	7.8	5.7
	Sorgo	2.3	5.3	4.2

	Escobero			
2do Auxilio	Nogal	2.8	7.9	5.8
	Algodón	3.6	7.4	5.6
	Sorgo Forrajero	3.6	7.5	5.2
	Sorgo Escobero	2.5	5.1	4.2
3er	Nogal	1.6	7.8	6.0
Auxilio	Algodón	1.8	7.2	5.5
	Sorgo Forrajero	2.2	7.8	5.6
	Sorgo Escobero	2.6	7.7	5.9

Gastos unitarios por debajo de 5 L s^{-1} m^{-1} tienden a infiltrar mayor cantidad de agua en la cabecera de la melga, lo cual disminuye la uniformidad de distribución a lo largo de la misma. Como consecuencia, la lámina de riego aplicada es más excesiva, el tiempo de riego se incrementa y la eficiencia de aplicación disminuye (INTA, 2015). En contraste, con gastos unitarios mayores a los 7 L s^{-1} m^{-1}, se tienden a infiltrar mayor cantidad de agua hacia el recibidor de la melga, provocando el efecto contrario, así como favorecer la erosión del suelo (Delgado *et al.,* 2014). Otros aspectos a considerar para incrementar la eficiencia de distribución del riego superficial son el control de malezas, la falta de atención al riego y capacitación de los regadores, los cuales interfieren en el escurrimiento y avance del agua.

CONCLUSIONES

Con la información determinada en este trabajo se concluye que el uso de los SIG para cuantificar las variables longitud y ancho de melga son de gran utilidad, ya que permiten definir de manera precisa, rápida y sin necesidad de asistir de manera física a las parcelas en campo. Para garantizar una eficiencia de aplicación mayor al 90% los usuarios del agua en el módulo deben considerar longitudes de melgas no mayores a 180 m, ancho de melga en relación al gasto unitario, la nivelación del terreno, así como el requerimiento de agua por los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

Arreguín, F., Alcocer, V., Marengo, H., Cervantes, C., Albornoz, P., y Salinas, M. G. (2010). Los retos del agua. . *In* "El agua en México: Cauces y encauces" (B. Jiménez, M. L. Torregrosa and L. Aboites, eds.), Vol. 1er Edi., pp. 51-79. Comisión Nacional del Agua, México.

Catalán, E., Villa, M. M., Inzunza, M., Román, A., y González, J. (2012). Cálculo de demandas de agua y programación del riego de cultivos en Coahuila. *AGROFAZ* 12 (3); 123-131.

CNA-IMTA (2001). "Aforos de descargas. Serie autodidáctica de medición de la calidad del agua," méxico. pp. 56.

Delgado, G., Estrada, J., Rivera, M., Catalán, E., y Esquivel, G. (2014). Evaluación y diseño del riego por melgas mediante un modelo de simulasión. *AGROFAZ* 14 (2); 45-51.

INTA (2015). "Manual de capacitación: Riego superficial." Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. pp. 19.

Lakota, M., y Stajnko, D. (2013). Using of GIS tools for analysis of organic waste management in Slovenia region Pomurje. 6th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA 2013). *Procedia Technology* 8, 570-574.

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

McPhee, J., Fernández, S., y Richard, J. (2013). "Guía de aforos en canales abiertos y estimación de tasas de infiltración," Chile. pp. 11.

Pedroza, E. (2017). "El molinete, importancia, fundamentos y buenas prácticas," Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos, México. pp. 96.

Ramos, C. M. (2016). Productividad del agua en un módulo del distrito 017 Región Lagunera, Tesis Maestria. Universidad Juárez del Estado de Durango., Venecia, Dgo. pp. 155.

Ramos, C. M., Delgado, G., Estrada, J., Orona, I., y Miguel, E. (2016). Productividad del agua superficial de riego en un módulo del Distrito 017 Región Lagunera. *Memoria de la XXVIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre del 2016*, 107-113.

Ramos, C. M., Estrada, J., Delgado, G., Miguel, E., y Servín, A. (2017). Metodología para la integración de un SIG a nivel módulo de Riego mediante Software de código libre y topografía de precisión. *Memoria de la XXIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre del 2017*, 333-338.

Saucedo, H., Zavala, M., y Fuentes, C. (2015). Diseño de riego por melgas empleando las ecuaciones de Saint-Venant, y Green y Ampt. *Tecnología y Ciencias del Agua* 6 (5); 103-112.

Saucedo, H., Zavala, M., Fuentes, C., y Castanedo, V. (2013). Gasto óptimo en el riego por melgas. *Artículo publicado en el Repositorio Institucional del IMTA* 4 (3); 135-148.

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO MEDIANTE VARIABLES CLIMÁTICAS DE LA REGIÓN CITRÍCOLA DE NUEVO LEÓN

Carlos Miguel Ramos Cruz[1*]; Gerardo Delgado Ramirez[2]; Ernesto Alonso Catalán Valencia[2]

[1*]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31 Carretera Montemorelos-China. C. P. 67400. General Terán, Nuevo León.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Atmósfera (CENID-RASPA) del INIFAP. Canal Sacramento Km. 6.5. C.P. 35140. Gómez Palacios, Durango.
ramos.carlos@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la Región Citrícola de Nuevo León hasta el año 2009 existía una superficie de 30,759 Ha de cítricos que generan un valor de producción de 668 millones de pesos. De dicha superficie el 79% se encuentra bajo condiciones de riego, distribuidas en naranja (82.8%), mandarina (11.5%) y toronja (5.7%) (PRODUCE, 2013), desafortunadamente presentan pérdidas de agua de riego mayores al 60% en gravedad y 40% en micro-aspersión (De La Fuente, 2008).

Una de las posibles causas de las bajas eficiencias en el norte de México se atribuyen a la falta de tecnificación del riego, la cual implica la incorporación de técnicas y métodos eficientes como la transferencia y adopción de técnicas por los usuarios que permitan incrementar la eficiencia del agua utilizada por la agricultura (Catalán *et al*., 2014a). Para tener una buena administración del agua se requiere hacer una planeación, donde se consideren los elementos meteorológicos y basándose en ellos, determinar los requerimientos de agua de cada cultivo (Arteaga *et al*., 2011). En la actualidad, se dispone de una red de 926 estaciones meteorológicas automatizadas distribuidas en 29 estados del país, que registran distintas variables climáticas cada 15 minutos y la información puede ser consultada en tiempo real en el portal http://clima.inifap.gob.mx administrado por el INIFAP (Mariles *et al*., 2013).

Actualmente, existen varias metodologías para determinar la ETo mediante datos climáticos, siendo las más utilizadas la de Blanney-Criddle, Hargreaves-Samani y Penman-Monteith. Las primeras estiman la evapotranspiración de manera más sencilla, en comparación con la última, esta es más compleja pero más precisa y es considerada como el modelo estándar para el cálculo de la ETo. Para su desarrollo requiere gran cantidad de datos de entrada que no siempre están disponibles en las estaciones climatológicas estándar (Allen *et al*., 1994; Chiew *et al.,* 1995). El presente trabajo tiene como finalidad estimar la evapotranspiración real de cultivo mediante el cálculo de la ETo con tres metodologías, basándose con información de las

estaciones meteorológicas automatizadas del INIFAP y el uso de coeficientes duales para el cultivo de naranja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el municipio de General Terán, que pertenece a la región citrícola del estado de Nuevo León, para el cultivo de naranja. Los datos climáticos, se obtuvieron de una estación climática cercana al área de estudio. La región citrícola pertenece a la gran región climática noreste, la cual comprende la vertiente este de la Sierra Madre Oriental, la llanura costera del Golfo de México y gran llanura norteamericana. Debido a su situación geográfica al norte del Trópico de Cáncer y a su topografía convergen en ella distintos fenómenos meteorológicos a lo largo del año (Granados y Gómez, 2014). La mayor parte de la región es semicálida, con temperatura media anual de 23°C y precipitaciones en verano de 400 a 800 mm. El tipo de suelo de la zona es de textura fina (Ortega, 2011).

Se calculó la ETo durante el período 2014 a 2017, tomando como referencia el ciclo de riego que los productores realizan en la región, el cual comprende de marzo a septiembre. Utilizando las siguientes metodologías:

La estimación de la ETo se realizó para el período 2014 a 2017, tomando como referencia el ciclo vegetativo del naranjo en la región, el cual comprende de marzo a septiembre, en donde inicia la floración y termina la cosecha del fruto. A continuación, se describe el procedimiento de cálculo de las tres metodologías utilizadas para la estimación de ETo:

Método de Blanney – Criddle

También conocido como FAO-24, Blanney y Criddle desarrollaron una fórmula en la cual hacen intervenir la temperatura media mensual y el porcentaje de horas luz por mes con respecto al total anual, así como el uso del coeficiente de cultivo de uso consultivo determinado empíricamente son aplicados para establecer los requerimientos de agua (Doorenbos y Pruitt, 1977):

$$ETo = K * F \quad (1)$$

Dónde: *ETo* = evapotranspiración real total del cultivo (cm); *K* = coeficiente que depende de la ubicación de la zona de estudio. *F* = suma de valores “f” de todos los meses (considerados en el ciclo vegetativo del cultivo). Para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación (Sánchez, 1999):

$$f = \left[\frac{T + 17.8}{21.8}\right] * p * Duración_mes \quad (2)$$

Dónde: *T*= temperatura promedio mensual (°C); *P*= porcentaje de horas luz en el día en relación con el total anual (%); *Duración_mes*= división del número de días considerados en un mes para el ciclo vegetativo del cultivo.

Método de Hargreaves y Samani

Este método utiliza parámetros térmicos y radiación solar extraterrestre, que se estima a partir de la latitud. El método presenta la ventaja de que se puede aplicar para cualquier observatorio con sólo datos de temperatura.

$$ET_o = 0.0135\ (T_{med} + 17.78)\ R_s \quad (3)$$

Dónde: ET_o= Evapotranspiración potencial diaria (mm día^{-1}); T_{med} = temperatura media (°C); R_s = radiación solar incidente (mm día^{-1}).

La Radiación solar incidente (R_s) se calcula a partir de la radiación solar extraterrestre; esta puede aparecer como R_o ó R_a y se determina en función de la latitud y del mes. En este documente nos referiremos a ella como R_o. Samani (2000) propone la siguiente ecuación:

$$R_s = R_o * KT * (t_{max} - t_{min})^{0,5} \quad (4)$$

Dónde: R_s = radiación solar incidente (mm día^{-1}); R_o= Radiación solar extraterrestre (valor tabla, Allen et al., 1998); t_{max} = temperatura máxima (°C); t_{min} = temperatura mínima (°C).

El *KT* es un coeficiente empírico que se calcula a partir de datos de presión atmosférica, Samani (2000) recomienda utilizar *KT*= 0,162 para regiones del interior y *KT*= 0,19 para regiones costeras.

Método Penman-Monteith

El método FAO Penman-Monteih fue desarrollado haciendo uso de la definición de cultivo de referencia cómo un cultivo hipotético de pasto, con una altura de 0.12 m, con una resistencia superficial de 70 s m^{-1} y un albedo de 0.25 y que representa a la evapotranspiración de una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente y adecuadamente regado (Allen *et al*., 1994).

El método FAO Penman-Monteih (1990) para estimar ETo, es obtenida de la ecuación original de Penman-Monteih y las ecuaciones de resistencia aerodinámica y superficial (Allen *et al*., 1998).

$$ET_o = \frac{0.48\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 0.23} U_2(e_{2-}e_a)}{\Delta - \gamma(1 + 0.34\ U_2)} \quad (5)$$

Dónde: ET_o= evapotranspiración de referencia (mm d^{-1}); *Rn*= radiación neta en la superficie del cultivo (Mj m^{-2} d^{-1}); *G*= flujo de calor en el suelo (Mj m^{-2} d^{-1}); *T*= temperatura media del aire a 2 m de altura (°C); U_2= velocidad del viento a 2 m de altura (m s^{-1}); *es*= presión de vapor del aire a saturación (kPa); *ea*= presión de vapor del aire (kPa); *es*-*ea*= déficit de presión de vapor (kPa); *Δ*= pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C); *Y*= constante psicrométrica (kPa °C).

Los valores de ∆, *γ*, *Rn*, *G*, *ea*, *es*, se calculan siguiendo los procedimientos de la FAO No. 56. El modelo Penman-Monteih requiere gran cantidad de datos meteorológicos (Temperatura, humedad del aire, radiación, velocidad del viento), motivo por lo cual se proponen alternativas para la estimación de los diferentes parámetros (Allen *et al*., 1998). Dada su complejidad de este método, para el presente trabajo se utilizó el programa Driego, el cual forma parte del sistema IRRINET para asistencia técnica en línea del riego en tiempo real. Este programa fue desarrollado por el CENID-RASPA de INIFAP, y provee de información básica a usuarios sobre las demandas de agua y programación de riego de los distintos cultivos, basado en el método Penmam-Monteith y el uso del Kc (Catalán *et al*., 2014b).

Para el caso de los coeficientes duales se utilizaron los propuestos por la FAO en el Boletín No. 56. Para la etapa inicial se consideró un Kcb de 0.60, para la etapa de mediados un Kcb de 0.55 y para la etapa final un Kcb de 0.60. Con una duración de la etapa inicial de 34 días; 54 días en la etapa de desarrollo; 70 días en la etapa intermedia y 56 días en la etapa final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observan las temperaturas promedio del municipio de General Terán, Nuevo León durante el período 2014 a 2017. Las menores temperaturas promedio se registraron en el mes de enero, con excepción del último año, donde la menor temperatura se presentó en febrero, estas temperaturas oscilaron entre 11.5 a 13.7 °C durante los cuatro años. Las máximas temperaturas promedio se registraron en agosto, con excepción del año 2016, en el cual la máxima se presentó en julio, con un rango de 28.5 a 29.2 °C. Durante los meses de mayo a septiembre se presentaron temperaturas favorables para el crecimiento y desarrollo de los cítricos, la cual oscila entre 24 a 32°C (Davies y Albrigo 1994).

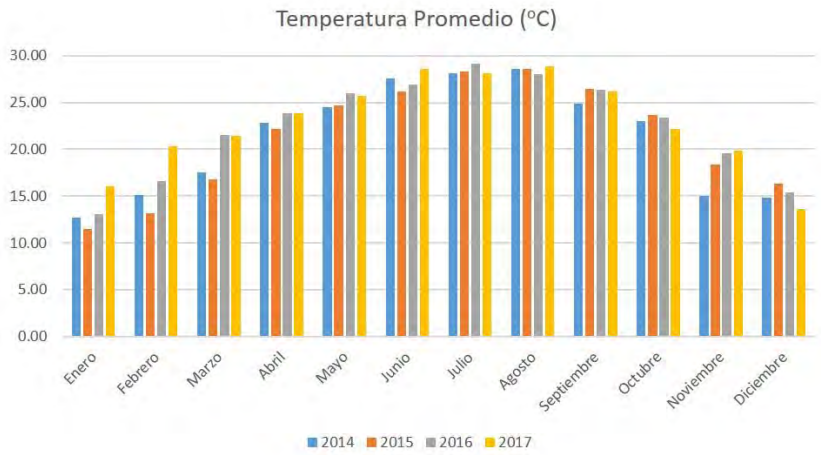


Figura 1. Temperatura Promedio del municipio de General Terán, Nuevo León durante el período 2014 a 2018.

En la Figura 2 se presenta la evapotranspiración real del cultivo de naranjo estimada por las metodologías: Penman-Monteith; Blanney-Criddle y Hargreaves-Samani durante el ciclo de riego de la región (marzo a septiembre) de los años 2014 al 2017. La estimación de la evapotranspiración promedio acumulada por Penman-Monteith durante los cuatro años fue de 757.3 mm.

Las estimaciones realizadas con Blanney-Criddle y Hargreaves-Samani presentan un error relativo de 8.2% y 14 % respectivamente, con referencia al método Penma-Monteith. Para este caso, el primer método sobreestima la evapotranspiración y el otro subestima dicha variable. El método Blanney–Criddle se recomienda para estimar la ETo cuando los datos meteorológicos son insuficientes para aplicar el método Penman Monteih (Chiew et al., 1995; Trajkovic, 2007).

Las estimaciones obtenidas por el método Hargreaves y Samani son inferiores en comparación a los otros métodos, lo cual coincide con lo reportado por Trajkovic y Kolakovic (2009) donde estos autores señalan que los bajos valores pueden deberse a que este método necesita de una calibración para generar estimaciones confiables.

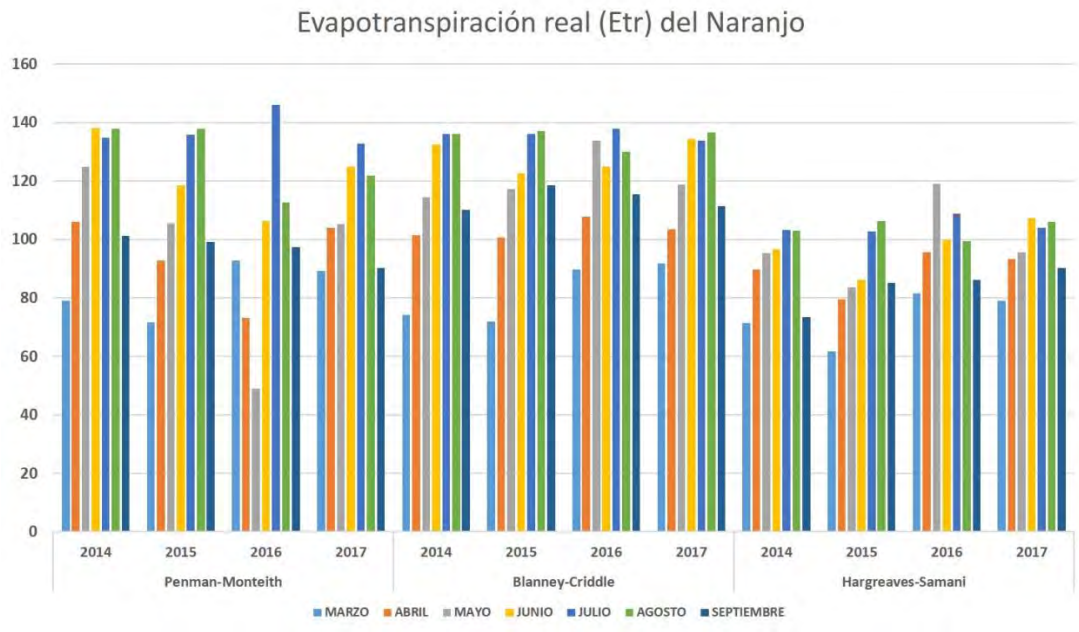


Figura 2. Evapotranspiración real del naranjo estimada por tres metodologías de balance de energía en el municipio de General Terán, Nuevo León durante el período 2014 a 2018.

También se observó que el mayor consumo de agua por el naranjo fue durante los meses de julio y agosto, esta consistencia fue similar durante los años evaluados y en las metodologías de cálculo. Lo cual, puede relacionarse con las máximas temperaturas que se presentan en esos meses en la región citrícola del estado de Nuevo León.

CONCLUSIONES

La estimación de la evapotranspiración real de cultivo es esencial para la programación del riego agrícola, lo cual permite realizar una adecuada planificación y manejo del recurso agua. Si no se dispone de información climática (estación climatológica en el área de estudio) para calcular la ETo por el método de Penman Monteith, y sólo se dispone de temperaturas, el método de Blanney–Criddle (FAO-24) es recomendado por su sencillez y su aproximación al valor de la evapotranspiración de referencia. Es aconsejable utilizar cualquiera de los métodos propuestos para realizar las estimaciones de los requerimientos hídricos de los cultivos para cada ciclo de riego en particular, ya que este es diferente por la variabilidad climática durante el ciclo vegetativo o años, por el tipo y manejo de cultivo, y sobre todo por la localización geográfica de la área de interés. Al no considerar estos aspectos se puede favorecer a la sub-irrigación o sobre-irrigación de los cultivos afectando principalmente en el rendimiento y calidad del fruto, pero también al derroche del agua y energía eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., y Smith, M. (1998). " Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56 FAO." Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Allen, R. G., Smith, M., Pereira, L. S., y Perrier, A. (1994). An update for the calculation of reference evapotranspiration. *ICID Bulletin 1994* 43 (2), 35-92.

Arteaga, R., Ángeles, V., y Vázquez , M. A. (2011). Programa CROPWAT para planeación y manejo del recurso hídrico. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 2, 179-195.

Catalán, E., Villa, M., Inzunza, M., Román, A., y Delgado, G. (2014a). "Asistencia técnica en línea para el pronóstico del riego en la región norte-centro de México." Centro de Nacional de Investigación Disciplinara en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. INIFAP, Gómez Palacio, Durango.

Catalán, E., Villa, M. M., Inzunza, M., Román, A., González, J., y Delgado, G. (2014b). Pronóstico del riego en línea y tiempo real para Durango. *AGROFAZ* 14, 101-110.

Chiew, F. H. S., Kamaladasa, N. N., Malano, H. M., & McMahon, T. A. (1995). Penman-Monteith, FAO-24 reference crop evapotranspiration and class-A pan data in Australia. *Agricultural Water Management* 28, 9-21.

Davies, F.S., y Albrigo, L.G. 1994. Citrus. CAB International. Wallingford, Oxon OX10 8DE. United Kingdom. 254 pp.

De La Fuente, H. (2008). "Uso del tensiometro para eficientar el agua de riego en citricos dulces. Ficha Tecnológica por Sistema Producto." Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agricolas y Pecuarias, Campo Experimental General Terán.

Doorenbos, J., & Pruitt, W. (1977). "Crop Water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24." Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italy.

Granados, R., y Gómez, G. (2014). Capítulo 3. Dinámica atmosférica, variación y cambio climático. *In* "Región Citrícola de Nuevo León: Su complejidad territorial en el marco gobal" (D. Pérez and M. d. L. Godínez, eds.), Vol. 1er Edición, pp. 45-61. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía: UANL, Facultad de Ciencias Forestales, Coyoacán, México.

Mariles, V., Cano, M., Bravo, E., López, P., Maciel, L., González, M., y González, L. (2013). "Red de estaciones climatológicas automatizadas en el estado de Oaxaca." Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacíico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etla, Oax. México.

Ortega, D. (2011). "Diagnóstico sobre la gestión y el uso del agua en el sector agropecuario de Nuevo León." Instituto del Agua del Estado de Nuevo León, Monterrey, N.L.

PRODUCE (2013). "Nuevo León: Agenda de Innovación Agroindustrial (ejercicio 2013)," Monterrey, Nuevo León.

Samani, Z. (2000). Estimating Solar Radiation and Evapotranspiration Using Minimum Climatological Data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 126, 265-267.

Sánchez, J. (1999). Uso consuntivo del cultivo aguacate: metodológia Blaney y Criddle modificada relacionando fenologia y precipitación. *Revista Chapingo serie horticultura* 5, 201-207.

Trajkovic, S. (2007). Hargreaves versus Penman-Monteith under Humid Conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 133, 38-42.

Trajkovic, S., & Kolakovic, S. (2009). Evaluation of Reference Evapotranspiration Equations Under Humid Conditions. *Water Resources Management* 23, 3057.

PROGRAMACIÓN DEL RIEGO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN FRIJOL CULTIVADO EN DURANGO

Rigoberto Rosales Serna[1*], Hilario Flores Gallardo[1] e Ixchel Abby Ortiz Sánchez[2].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital, Durango, Dgo., México. C. P. 34170. [2]Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Carretera Durango-México km 22.5. Villa Montemorelos, Durango, México. C. P. 34371. *rosales.rigoberto@inifap.gob.mx; rigoberto_serna@yahoo.com.

INTRODUCCIÓN

En Durango, se busca aumentar la superficie cultivada con frijol en condiciones de riego, con la finalidad de incrementar la productividad del agua y estabilizar el rendimiento promedio de grano en el ámbito estatal (Rosales *et al.,* 2016). En esta entidad, el mejoramiento genético ha favorecido la precocidad y reducción del requerimiento hídrico en las variedades de frijol que se cultivan actualmente. Con ello, se lograron incrementos significativos del rendimiento en condiciones de riego, aunque se requiere tecnología para incrementar la eficiencia en el uso del agua. La evaluación y manejo adecuado de la humedad aprovechable del suelo ayudará en la optimización de la productividad del agua en frijol. Además, es necesaria la caracterización fenológica de las variedades sembradas actualmente, para implementar el uso de tecnologías que permitan la planeación precisa del riego; así como, la predicción de la fenología, rendimiento y productividad del agua (Oliveira et al., 2012; Araujo *et al.,* 2016; Flores *et al.,* 2016; Rosales *et al.,* 2016).

La variedad de frijol Pinto Saltillo predomina en las siembras comerciales realizadas en Durango. Esta variedad es sensible al fotoperiodo, por lo que responde a la duración del periodo iluminado del día (fotoperiodo) y a la temperatura, mediante la modificación del tiempo requerido para alcanzar cada una de las etapas fenológicas de la planta (Sánchez *et al.,* 2009; Rosales *et al.,* 2016). Pinto Centauro es otra variedad cultivada en Durango, donde ha mostrado mayor precocidad a madurez en comparación con Pinto Saltillo (Rosales *et al*., 2012). Es necesario conocer la influencia de la temperatura sobre el desarrollo de las variedades de frijol cultivadas actualmente en Durango.

Se desarrollaron métodos para predecir la fenología y evaluar la productividad del agua en frijol cultivado en diferentes ambientes de producción (Flores *et al.,* 2016; Rosales *et al.,* 2016). El concepto de tiempo térmico se relaciona con los grados día de desarrollo (°D), se basa en las temperaturas reales, acumula unidades entre umbrales térmicos para el desarrollo de cada especie y es considerado como el método más preciso para predecir las etapas fenológicas en

frijol (Rosales *et al.,* 2016). El método más utilizado en la evaluación de la productividad del agua incluye la división del rendimiento sobre volumen de agua aplicado, éste último medido con base en la evapotranspiración del cultivo (ETc) (Spurgeon y Yonts, 2013) y lámina de riego (Sadras *et al.,* 2011; Spurgeon y Yonts, 2013; Hari Krishna *et al.,* 2014; Rosales *et al.,* 2016). El estudio de la fenología, tiempo térmico y productividad del agua favorecerá el incremento del rendimiento en frijol y se avanzará hacia la sostenibilidad de la producción agrícola. El objetivo fue evaluar el efecto de la programación del riego en la productividad del agua de dos variedades de frijol pinto cultivadas en Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembraron las variedades de frijol Pinto Saltillo y Pinto Centauro el 10 de julio (Durango, 2015), 13 de julio (Canatlán, 2015) y 7 de julio (Durango, 2016). Se evaluaron tres regímenes de humedad (100, 80 y 60 % de humedad aprovechable), para lo cual se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas y de cuatro (2015) a ocho (2016) repeticiones. La parcela experimental consistió en 12 a 32 surcos de 8 m a 12 m de largo y 0.81 m de separación. El suelo predominante en los sitios de siembra es franco (arcilloso y arenoso), tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 7.9 y es pobre en materia orgánica. El clima predominante 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).

Se realizaron dos escardas, una aplicación de herbicida (fomesafen) y dos deshierbes manuales, para mantener el cultivo libre de maleza. Se fertilizó en la primera escarda con la dosis 35-50-00 (N-P_2O_5-K_2O). Los tratamientos de humedad aprovechable (HA) consistieron en 100 % de HA (Riego Total; RT), 80 % HA (Riego Deficitario; RD) y RD 60 % de HA. El contenido de humedad se evaluó cada siete días mediante el uso del equipo TDR HydroSense II® (Time Domain Reflectometer, Campbell Scientific, Logan UT, USA). Los datos de humedad obtenidos antes y después del riego se usaron para estimar la lámina de reposición (dc) mediante la ecuación dc = [(Wc-Wa)/100)*PEA* D]; Donde Wc es la capacidad de campo (%), Wa es el contenido de humedad antes del riego, PEA corresponde al peso específico aparente (g cm^{-3}) y D es la profundidad efectiva de raíces (0.30 m) (Morábito *et al.,* 2008).

Se registraron las etapas fenológicas del frijol, desde la emergencia de las plántulas y hasta la madurez fisiológica, con base en el número de días después de la siembra (DDS) y tiempo

térmico (grados día de desarrollo, °D) (Rosales et al., 2016). Se registró también la temperatura máxima y mínima, cantidad de agua aplicada [Lámina de riego acumulada (Lr_a) = lluvia (mm) + riego (mm)], rendimiento de grano y productividad del agua (PA).

El tiempo térmico (°D) fue estimado con base en el método propuesto por Ojeda *et al*. (2006), con el umbral de temperaturas $T_{c\text{-mín}}$ (10 ºC) y $T_{c\text{-máx}}$ (28 ºC) para el crecimiento y desarrollo del frijol (Jenni *et al.,* 2000; Araujo *et al.,* 2016). En madurez se tomaron tres sub-muestras de plantas para determinar el rendimiento de grano y luego se calculó el promedio para cada repetición. Las sub-muestras consistieron en dos surcos de 5 m de longitud con una separación de 0.81 m (8.1 m^2). La productividad del agua se calculó con la ecuación [PA= (rendimiento kg ha^{-1})/agua aplicada mm (riego + lluvia)] (Sadras *et al.,* 2011; Spurgeon y Yonts, 2013; Hari Krishna *et al.,* 2014; Rosales *et al.,* 2016). El análisis de varianza del rendimiento, para cada año, se obtuvo en un diseño en bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas y cuatro a ocho repeticiones. La comparación de medias se obtuvo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) y ambos análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS® Ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variedad Pinto Centauro mostró precocidad a madurez (92 a 99 DDS) en todos los ambientes, en comparación con Pinto Saltillo (93 a 103 DDS) (Cuadro 1). De igual forma, el tiempo térmico fue inferior en Pinto Centauro (893 ºD-967 ºD), ya que la fenología contabilizada en días mostró relación estrecha con los valores estimados con base en el tiempo térmico, obteniéndose una R^2 de 0.95 en Durango, 2015; 0.99 en Canatlán, 2015 y 0.99 en Durango, 2016. Los resultados muestran que es posible utilizar cualquiera de las variables que describen el desarrollo del frijol y aunque la evaluación basada en DDS es más sencilla, por su determinación visual, el uso de ºD es más común en los programas de cómputo usados en la predicción fenológica (Ojeda *et al.,* 2006).

El rendimiento fue estadísticamente igual entre variedades y condiciones de humedad en Durango (2015 y 2016) y únicamente en Canatlán (2015) se observaron diferencias ($p \leq 0.0001$) entre regímenes de humedad (Cuadro 1). En este último sitio se observó el valor más alto de rendimiento e igualdad estadística entre variedades (Pinto Centauro = 3,157 kg ha^{-1} y Pinto Saltillo = 3,344 kg ha^{-1}), en el tratamiento de 100 % de humedad (631 mm); mientras que, en el tratamiento de 60 % de humedad (401 mm) se registraron valores significativamente inferiores. Se registró respuesta similar en ambas variedades conforme se incrementó la cantidad de agua

aplicada (631 mm), lo cual demostró su cercanía genética y potencial de rendimiento similar (Rosales et al., 2012). En Durango 2015, se obtuvieron rendimientos entre 2,546 kg ha^{-1} a 3,380 kg ha^{-1}; mientras que, en 2016 la fluctuación fue entre 3,200 kg ha^{-1} a 3,687 kg ha^{-1}. En este sitio, se observaron resultados similares a los que se obtuvieron en estudios previos con frijol, donde se dificultó la obtención de diferencias estadísticas entre niveles de aplicación de agua (Spurgeon y Yonts, 2013). Se comprobó que el manejo del riego debe ajustarse con base en el sitio de siembra y tipo de suelo utilizado, para incrementar la eficiencia productiva del frijol.

Cuadro 1. Fenología y rendimiento registrado en dos variedades de frijol evaluadas en tres sitios y tres regímenes de humedad.

	Durango, 2015		Canatlán, 2015		Durango, 2016	
Variedad	†DMF	Rend	DMF	Rend	DMF	Rend
	¶100 % (765 mm)		100 % (631 mm)		100 % (566 mm)	
P. Saltillo	$103_{(1,013)}$	3,129	$101_{(950)}$	3,344ª	$95_{(917)}$	3,576
P. Centauro	$97_{(967)}$	2,546	$99_{(937)}$	3,157ª	$92_{(893)}$	3,548
	¶80 % (425 mm)		80 % (497 mm)		80 % (538 mm)	
P. Saltillo	$102_{(1,007)}$	3,380	$99_{(937)}$	$1,946^{b}$	$94_{(909)}$	3,466
P. Centauro	$96_{(958)}$	2,890	$98_{(930)}$	$2,190^{b}$	$93_{(900)}$	3,687
	¶60 % (377 mm)		60 % (401 mm)		60 % (440 mm)	
P. Saltillo	$103_{(1,013)}$	2,665	$100_{(943)}$	$1,645^{c}$	$93_{(900)}$	3,292
P. Centauro	$97_{(967)}$	2,686	$97_{(923)}$	$1,705^{c}$	$92_{(893)}$	3,200
Promedio	**$99_{(986)}$**	**2,883**	**$99_{(937)}$**	**2,331**	**$93_{(900)}$**	**3,461**

†DMF= días a madurez fisiológica, el subíndice representa la acumulación de grados día ºD; Rend= rendimiento kg ha^{-1}; ¶Valor relativo, basado en el contenido hídrico del suelo y lámina de riego acumulada (Lr_a). $^{a-c}$Las letras en cada columna representan diferencias significativas entre Lr_a de acuerdo con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Se observó tendencia a reducir la productividad del agua (PA) cuando se incrementó la lámina de riego acumulada (Lr_a) (Figura 1). El nivel más alto de PA, en ambas variedades (7.3 a 8.0 kg ha^{-1} mm^{-1}), se registró con Lr_a entre 425 y 460 mm. Las Lr_a que sobrepasaron los 750 mm causaron un nivel bajo de PA (3.3 kg ha^{-1} mm^{-1}), debido principalmente al exceso de humedad con respecto al nivel recomendado para frijol (400-631 mm; Villordo et al., 2015; Rosales et al.,

2016). Además, se observaron valores bajos de productividad para ambas variedades en Lr_a de 401 y 497 mm, en Canatlán, donde el suelo es franco-arenoso y se registraron temperaturas máximas altas (25 a 30 ºC) durante la etapa vegetativa y reproductiva. Los valores altos de temperatura incrementaron la demanda ambiental y esto combinado con el suministro menor de agua, en los tratamientos de RD 80 % y RD 60 %, redujeron significativamente el rendimiento. La productividad del agua en las variedades de frijol evaluadas fluctuó entre 3.3 kg ha^{-1} mm^{-1} y 8.0 kg ha^{-1} mm^{-1}, a través de sitios y tratamientos de humedad. La fluctuación en la productividad del agua se relacionó directamente con el tipo de suelo, sitio de siembra y lámina de riego aplicada.

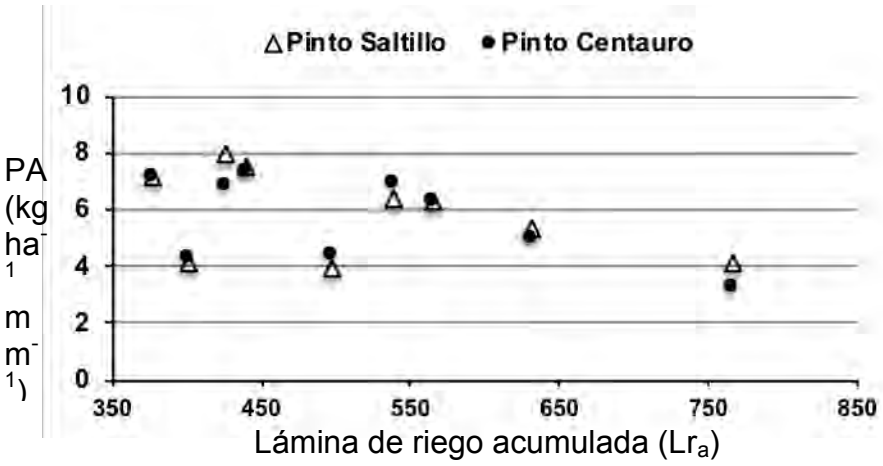


Figura 1. Relación entre lámina de riego acumulada y productividad del agua (PA) en dos variedades de frijol cultivadas en tres sitios y tres tratamientos de humedad.

El incremento de la productividad obtenida de forma experimental alcanzó valores entre 2,890 kg ha^{-1} y 3,687 kg ha^{-1} (Figura 2). Lo anterior, representó un aumento considerable en relación con el rendimiento promedio obtenido en condiciones de riego, que en los últimos años alcanzó en Durango entre 1,200 y 1,250 kg ha^{-1}. Además, superó el promedio estatal que fluctuó entre 450 y 490 kg ha^{-1}, por lo que puede decirse que la programación del riego contribuye en el incremento y estabilización de la producción de frijol en Durango.

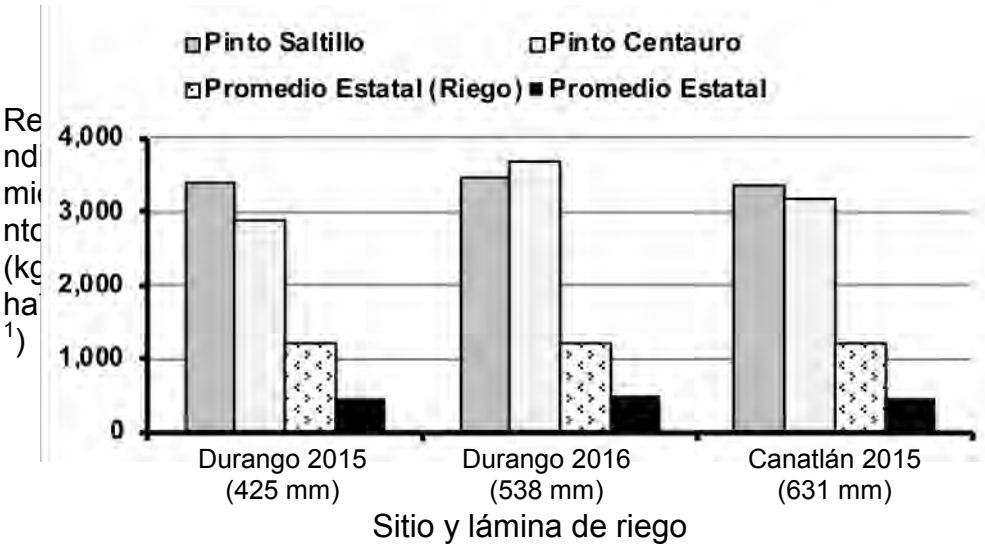


Figura 2. Rendimiento de grano obtenido en dos variedades de frijol con el método de programación del riego, comparado con información estatal.

CONCLUSIONES

El frijol requirió condiciones apropiadas para la acumulación de 893 ºD a 1,013 ºD durante el ciclo biológico. Esta leguminosa expresó su potencial de rendimiento en condiciones apropiadas de humedad, con Lr_a entre 425 y 631 mm. Las variedades de frijol, Pinto Saltillo y Pinto Centauro, mostraron valores altos para rendimiento en 80 % y 100 % de humedad aprovechable en el suelo. Se observó influencia de la temperatura, tipo de suelo y humedad edáfica sobre la productividad del agua en frijol. En Durango, el rendimiento más alto se obtuvo con tratamiento 80 % de la humedad aprovechable; mientras que, en Canatlán se requirió el 100 % de la HA. Los valores de Lr_a mayores a 765 mm redujeron el rendimiento de frijol, debido al exceso de humedad. La aplicación de dos láminas de riego moderadas (50.0 mm a 102.6 mm) y el uso de variedades con valores altos de productividad del agua incrementarán en 50 % el rendimiento del frijol en Durango.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se desarrolló dentro del proyecto: Parametrización de modelos para el pronóstico del riego en tiempo real a través de un portal web y dispositivos móviles, con clave 1123333087 y financiado con Fondos Fiscales INIFAP.

BIBLIOGRAFÍA

Araujo de M., G., L. Antonio D., and F. Hashimoto F. 2016. Growth, development, and water consumption of irrigated bean crop related to growing degree-days on different soil tillage systems in southeast Brazil. International Journal of Agronomy 216: 1-7.

Flores G., H., P. A. Domínguez M., M. P. Narváez M., F. Zavala E., S. Santana E., y R. V. García H. 2016. Predicción fenológica en cultivos agrícolas bajo tiempo térmico. Folleto Técnico Núm. 85. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Méx. 28 p.

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.

Hari Krishna, B., A. Mani, M. Uma Devi, and V. Ramulu. 2014. Water productivity of agricultural crops in Upper Manair Catchment. International Journal of Innovative Research and Development 3(1): 377-382.

Jenni, S., G. Bourgeois, H. Laurence, G. Roy, and N. Tremblay. 2000. Improving the prediction of processing bean maturity based on the growing-degree day approach. HortScience 35(7): 1234-1237.

Morábito, J., S. Salatino, G. Anbella, y D. Prieto. 2008. Evaluación de campo al riego de los agricultores: casos prácticos y ventajas para la difusión de la tecnología apropiada; asesoramiento a los regantes para la modernización de los regadíos y su ambientalidad. Jornada sobre "ambiente y riegos: modernización y ambientalidad. CYTED-Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación. Agencia Española para la Cooperación Internacional. La Antigua (Guatemala). pp. 3-81.

Ojeda B., W., E. Sifuentes I., y H. Unland W. 2006. Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México. Agrociencia 40(1): 13-25.

Oliveira de C., E., J. M. N. da Costa, T. J. de P. Júnior, W. P. M. Ferreira, F. B. Justino, and L. de O. Neves. 2012. The performance of the CropGro model for bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield simulation. Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá 34(3): 239-246.

Rosales S., R., E. I. Cuéllar R., C. A. Nava B., H. González R., F. J. Ibarra P., y J. A. Acosta G. 2012. Pinto Centauro: variedad mejorada de frijol para el estado de Durango. Folleto Técnico Núm. 62. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Méx. 30 p.

Rosales S., R., H. Flores G., and J. C. López G. 2016. Water regime effects on phenology and seed yield of two common bean cultivars grown in Durango, México. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 59: 241-242.

Sadras, V. O., P. Grassini, and P. Steduto. 2011. Status of water use efficiency of main crops. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Rome and Earthscan, London. 41 p. Consultado en línea 08/03/2017. http://www.fao.org/fileadmin/templates/solaw/files/thematic_reports/TR_07_web.pdf

Sánchez V., I., J. A. Acosta G., F. J. Ibarra P., R. Rosales S., and E. I. Cuéllar R. 2009. Pinto Saltillo: Variedad Mejorada de frijol para el estado de Durango. Folleto Técnico Núm. 36. INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Méx. 28 p.

Spurgeon, W. E., and C. D. Yonts. 2013. Water productivity of corn and dry bean rotation on very fine sandy loam soil in western Nebraska. Biological System Engineering: Papers and Publications. Paper 416: 885-892. Consulted online 30/06/2017. http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1418&context=biosysengfacpub

Villordo P., E., M. M. González C., P. Giraldo C., J. A. Acosta G., and J. Caballero P. 2015. Identification of novel drought-tolerant-associated SNPs in common bean (*Phaseolus vulgaris*). Frontier in Plant Science 6: 546.

PRONÓSTICO DEL RIEGO DE CULTIVOS EN LAS REGIONES PACÍFICO, GOLFO Y SURESTE DE MÉXICO

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

En México, el riego se practica en el 25% de la superficie agrícola cultivada y aporta el 50% del valor de la producción. A pesar de la gran contribución de la agricultura de riego a nuestra seguridad alimentaria, las zonas de riego del país funcionan con niveles de eficiencia y productividad menores al 50%. Es por esto que 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 hacer al respecto (CNA, 2014).

La programación de riegos, es decir la definición de dosis de agua y su calendarización es tarea básica de la tecnificación del riego. Con ella se pueden lograr objetivos múltiples como ahorrar agua, disminuir costos por ahorro de energía, minimizar estrés hídrico y maximizar rendimiento, así como maximizar calidad, rentabilidad o ingreso (Catalán *et al*., 2007). El conocimiento de las necesidades hídricas de los cultivos es fundamental para aplicar los riegos con base en los volúmenes requeridos y eliminar o reducir el exceso de agua o sobrerriego promedio nacional a nivel de finca o parcela, el cual se aproxima a 30 cm o 3,000 m^3ha^{-1} por ciclo de cultivo, 50% por encima de los 60 cm de lámina neta promedio.

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 Estatales 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. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un sistema de cómputo para calcular en línea y tiempo real las demandas de agua y calendarizar el riego de los cultivos en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, los cuales conforman las regiones pacífico, golfo y sureste del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

El programa DRIEGO 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:

(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):

(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).

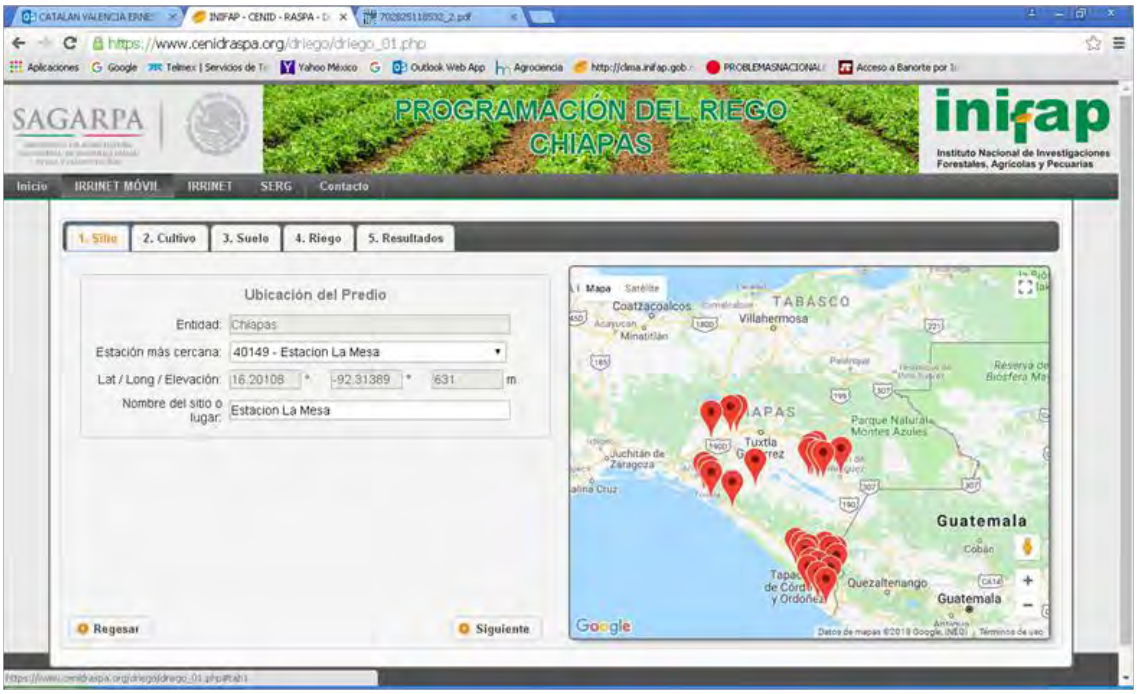


Figura 1. Selección del sitio y su estación climatológica.

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).

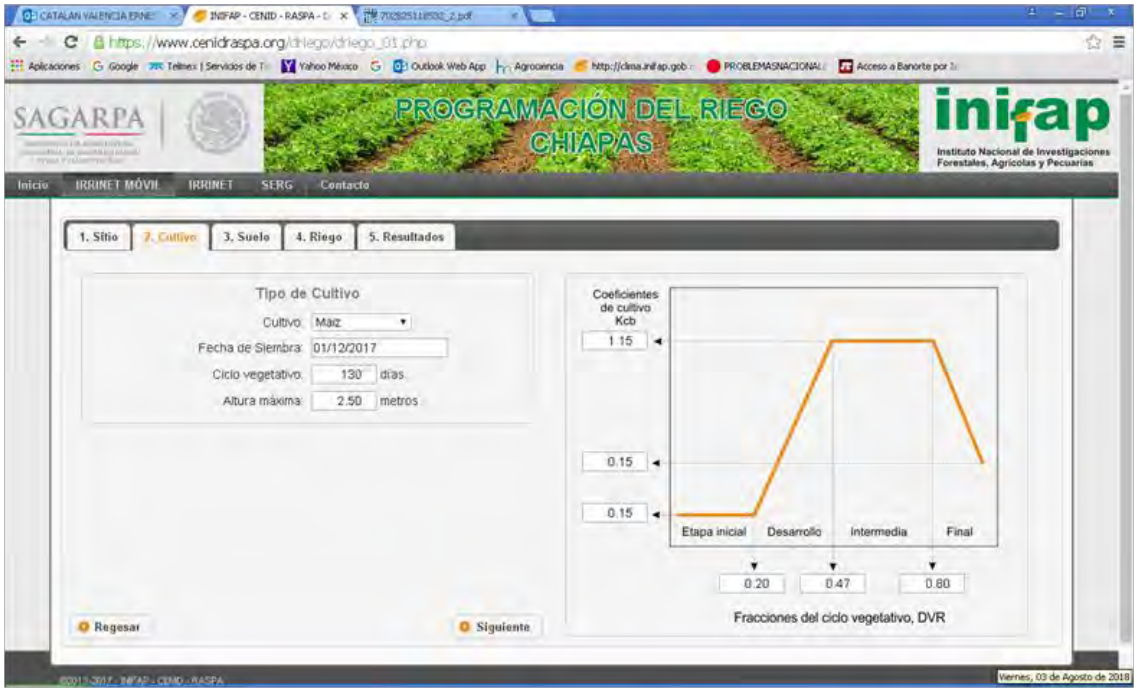


Figura 2. Ingreso de datos del cultivo.

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 sistema de cómputo para pronosticar, en línea y tiempo real, el riego de los cultivos en los estados de las regiones pacífico, golfo y sureste del país. 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).

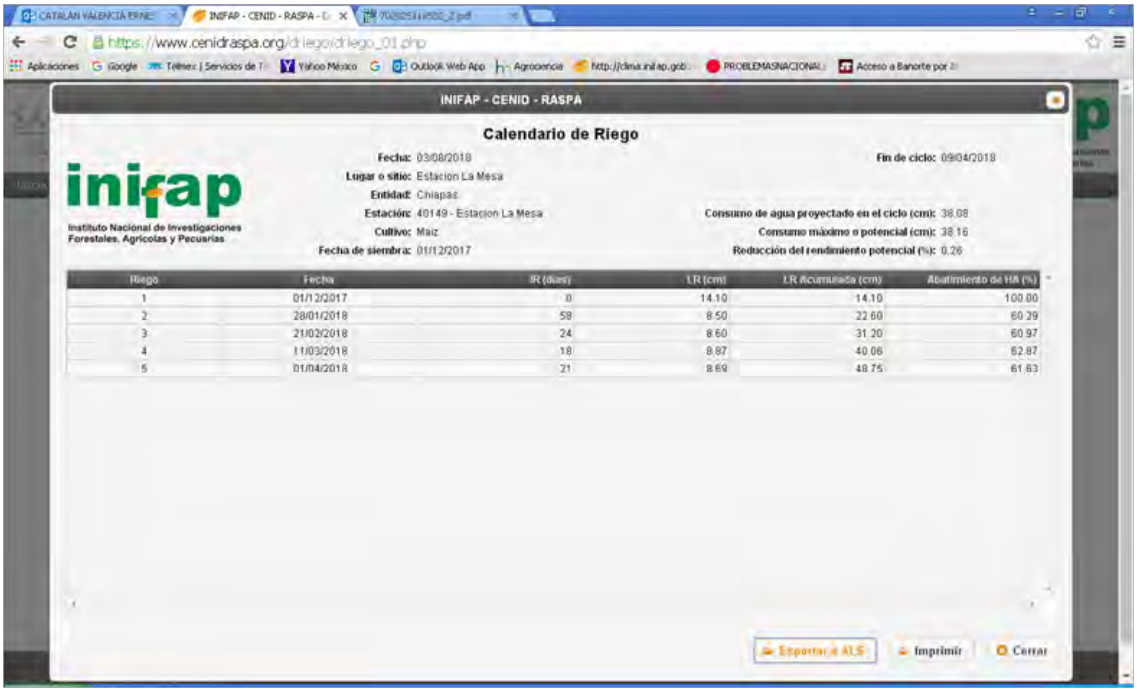


Figura 3. Calendario de riegos del maíz.

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 programa DRIEGO del sistema IRRINET es una herramienta importante para que los usuarios del riego de los estados de las regiones pacífico, golfo y sureste del país incorporen 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 en los estados involucrados, 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.

SISTEMA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL ESTABLECIMIENTO DE LOS CULTIVOS EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, BASADO EN LA DISPONIBILIDAD Y MANEJO DE AGUA DE RIEGO EN ZACATECAS.

Casas-Flores José Israel[1], Servin-Palestina Miguel[1], Medina-Garcia Guillermo[1].

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. Autor responsable: casas.israel@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los principales problemas a nivel mundial es la escasez de agua. La agricultura es una de las principales áreas económicas que mayor agua consume para su sustento, por lo que es necesario la implementación de estrategias que ayuden a hacer más eficiente el uso de la misma dentro de esta actividad productiva, ya que su correcto manejo y sustento ayudara en otras áreas económicas en donde también tenga un alto consumo, pero principalmente al no agotar las reservas necesarias que se utiliza en general para los servicios básicos del día a día.

En la Agricultura algunas de las estrategias que se han implementado para un mejor manejo del agua se encuentran la tecnificación del riego y la mejora de los métodos en el uso del agua (Servín, 2015). Buscando de esta manera solventar el inadecuado uso de la misma en el riego de los cultivos, previniendo de esta menara el desperdicio de este recurso y la afectación que puede ocasionar en el rendimiento de los mismos; de ahí la importancia del uso de la cantidad adecuada de agua para los requerimientos óptimos en los diferentes cultivos.

Es por esto que la investigación la cual finalizo en este Sistema tuvo como objetivo el desarrollar una metodología para la planeación del ciclo agrícola de diferentes cultivos en el Estado de Zacatecas esto con el fin de obtener patrones de cultivos en base a la disponibilidad de agua de riego en diferentes zonas y con diferentes fuentes de agua, pudiendo combinar de igual manera diferentes cultivos y fechas de siembra dentro del mismo ciclo agrícola anual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Usando modelos climáticos calculados mediante datos obtenidos de la Red de Monitoreo Agroclimático del Estado de Zacatecas, la cual cuenta con 38 estaciones distribuidas estratégicamente para abarcar las diferentes zonas climáticas del estado, se calculo una ecuación que representa de la manera más precisa diferentes variables climáticas, esta dio como resultado, modelos estadísticos que describen procesos y condiciones ambientales como

la precipitación, evapotranspiración y temperaturas máximas y mínimas, que son de importancia dentro de los cultivos (María, 2007). Así estos modelos ayudan a establecer la relación entre los cultivos y los factores que lo afectan, en este caso el clima.

El ciclo biológico de muchos organismos depende estrechamente de la temperatura, este hecho ha llevado al establecimiento del concepto grados días, que ha sido utilizado con éxito en la predicción del desarrollo de diferentes organismos (Robertson, 1983). Conocer la fenología de diferentes cultivos ayuda a conocer su desarrollo en base a las temperaturas estimadas en los modelos climáticos, para esto se utilizan las Unidades Calor, así como su Umbral Inferior (Temperatura Base) y el Umbral Superior (Temperatura máxima de crecimiento) de cada cultivo, esto permite simular el desarrollo que se tendrá de cada cultivo.

Al conocer el posible desarrollo que tendrá el cultivo en base a las temperaturas obtenidas en los modelos, el siguiente paso es conocer las necesidades hídricas del mismo, para esto se obtuvo el balance hídrico. Según la ecuación del balance hídrico en el suelo, el contenido de agua del suelo en un día particular, se estima con base en el contenido de agua del día previo (Silva, 2001). Para iniciar con el balance hídrico en el suelo se requirió determinar el inicio del periodo de riego (fecha de siembra) y llevar la humedad del suelo a capacidad de campo, es decir, llevar la humedad aprovechable al 100% donde los valores de los parámetros físicos del suelo, capacidad de campo y punto de marchitez permanente (CC y PMP, respectivamente), se determino con base en la textura del suelo y la profundidad de exploración de las raíces en cm. De esta manera este es el punto de partida para iniciar el balance hídrico del cultivo, el cual acumula constantemente la pérdida de agua por evapotranspiración del cultivo (ETc) del día anterior, y se va restando la cantidad de precipitación efectiva y de riego. Cuando la ETc acumulada es igual o mayor al punto crítico se debe regar y regresar al suelo la cantidad de agua que previamente se perdió debido a la evapotranspiración.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y definiendo con cuántos recursos contamos (disponibilidad de agua, tipo de suelo, terreno con el que contamos) se pudo determinar la capacidad de siembra en base al volumen requerido por cultivo y lámina de riego por hectárea, tomando en cuenta la evapotranspiración máxima de nuestro cultivo, esto es, una vez obtenida la lámina de riego que requiere el cultivo, este valor se multiplica por la superficie, pasando a ser el volumen requerido, posteriormente, tenemos que calcular el volumen de agua disponible para el cultivo. Para esto es necesario saber el gasto del pozo o fuente de abastecimiento. Para calcular nuestro volumen disponible, se multiplica el gasto por 3600, para determinar el volumen

disponible por hora, y después se multiplica por el número de horas de riego por día (Normalmente se recomiendan 22 horas de riego por día).

Por ultimo se considera la superficie a sembrar entre el gasto disponible, así se obtiene la capacidad de siembra; después se multiplica la superficie a sembrar por la eficiencia de aplicación del sistema de riego y así obtenemos la superficie que se puede sembrar.

Este proceso se puede repetir en diferentes cultivos para saber con una sola fuente de abastecimiento a cuantos cultivos les puede dar abasto y calcular el costo de ello.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La obtención de este protocolo para obtener la capacidad de siembra, llevo a la creación de algoritmos que se codificaron y que además utilizando tecnologías de Software Libre permitió la creación de una herramienta que ayuda a planear y simular escenarios de siembra de cultivos. Los cultivos que se pueden simular son Chile, Maíz, Alfalfa y Avena, permitiendo crear diferentes combinaciones con estos cultivos para ver el comportamiento de los mismos y eficientar de la mejor manera el agua que se puede utilizar de la fuente de abastecimiento para la Zona agrícola.

Para acceder al sistema en línea que se encuentra dentro da la página web del Campo Experimental Zacatecas en la dirección http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/std/, solicita un usuario y la contraseña, como se muestra en la Figura 1, ya que el sistema permite guardar escenarios realizados con anterioridad, fuentes de agua y otros datos importantes.

Figura 1. Acceso al Sistema dentro da la página web del Campo Experimental Zacatecas.

Al acceder al sistema aparecerán diferentes pantallas. El sistema se comprende de cuatro acciones principales:

- **Seleccionar Fuente de Abastecimiento:** Se Geolocalizara el tipo de fuente de agua, el tipo de gasto y los litros por segundo del mismo, asignándole un nombre para posteriormente identificarlo (Figura2).

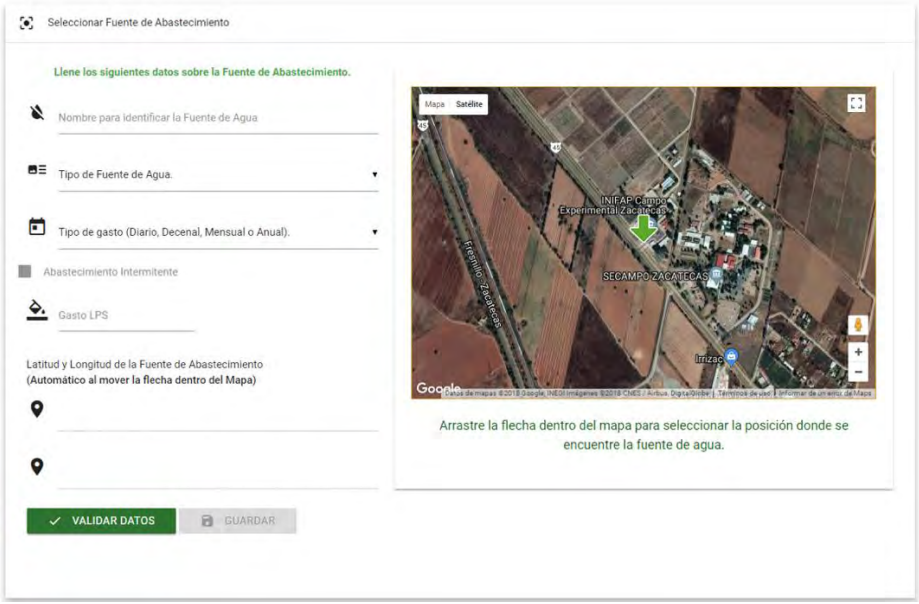


Figura 2. Seleccionar Fuente de Abastecimiento.

- **Fuentes de Abastecimiento Guardadas:** Aquí se muestran todas las fuentes de abastecimiento que han sido guardadas en el sistema. Éstas se identifican mediante el nombre que se le asignó a dar de alta la fuente, se muestra el tipo de fuente y el gasto en litros por segundo, además tiene un pequeño submenú que permite ver más detalles de la misma, eliminarla o empezar a usarla para crear un escenario (Figura 3).

Figura 3. • Fuentes de Abastecimiento Guardadas.

- **Generar nuevo escenario:** Aquí se da de alta el cultivo con el que se desea trabajar. Este ambiente permite calcular el área en metros cuadra de la parcela, el tipo de suelo,

la eficiencia del riego, la fecha de siembra o trasplante y la fuente de agua con la que interactúe el cultivo (Figura 4).

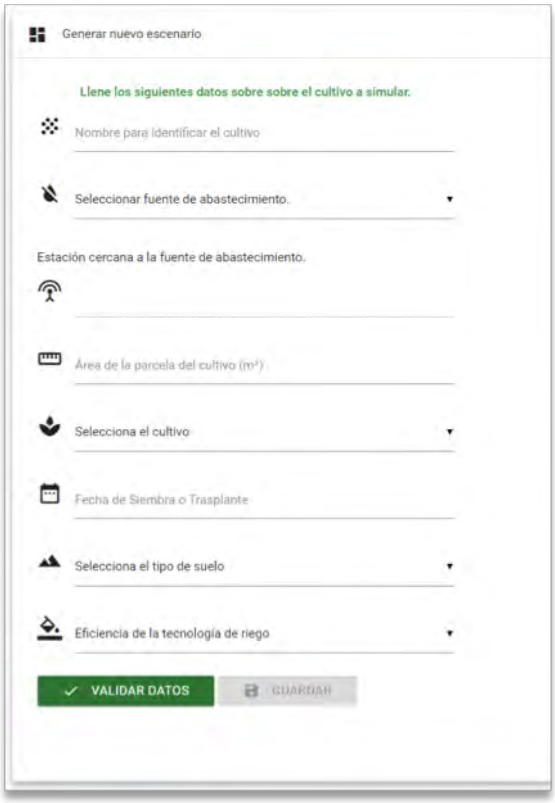


Figura 4. Generar nuevo escenario.

- **Escenarios de cultivos guardados:** Aquí permite ver los escenarios que ya se tienen guardados, ver el reporte generado del mismo, agregar o quitar algún cultivo o incluso eliminar todo el escenario (Figura 5).

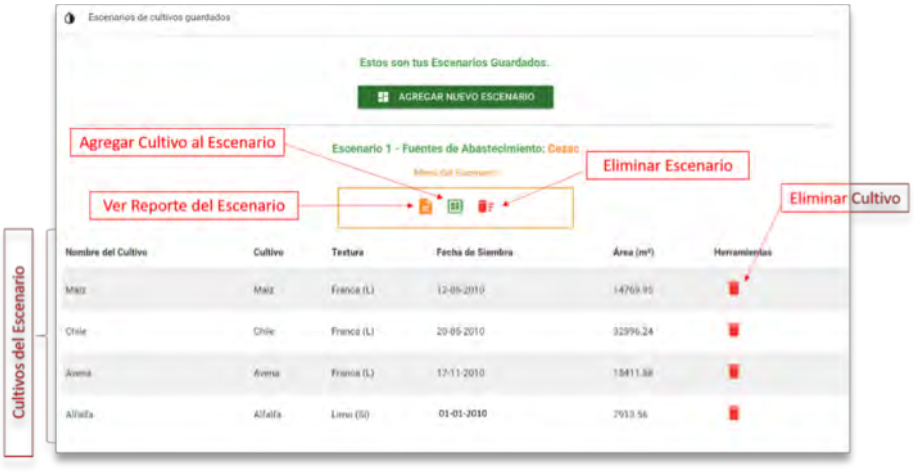


Figura 5. Escenarios de cultivos guardados.

Al final se genera un reporte de cada escenario donde se muestra de cada uno de los cultivos datos como el tipo de tecnología, superficie del cultivo, el volumen por hectárea, el volumen total del cultivo, el volumen disponible de la fuente de abastecimiento, el volumen requerido del escenario, el balance de agua, costos, ingresos aproximados del escenario, así como la productividad de agua del escenario (Figura 6).

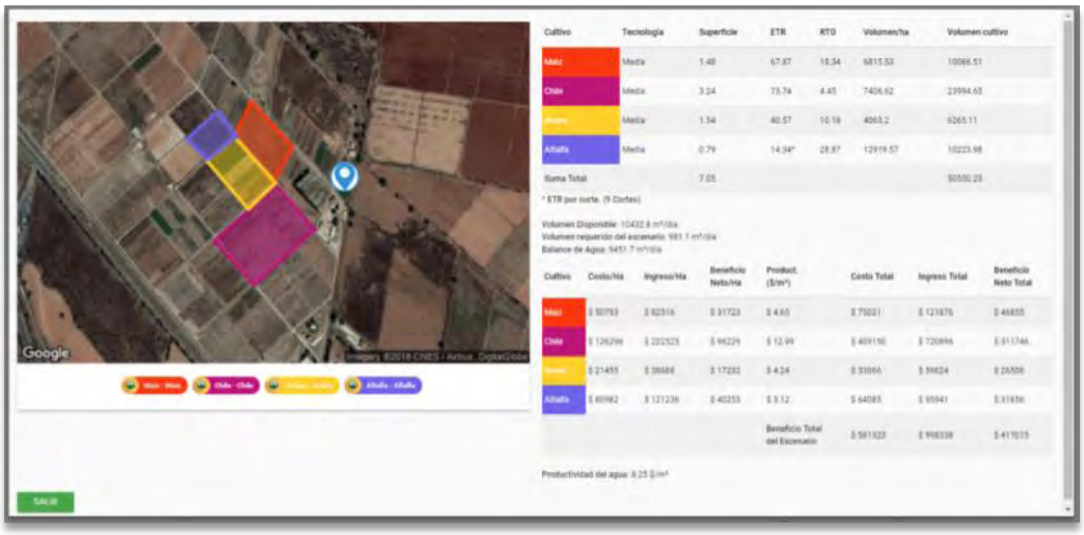


Figura 6. Reporte del escenario.

El desarrollo de este sistema es modulado, así que de crear los modelos de clima de mas estados y tener el modelo fenológico de mas cultivos y sus costos permitirá tener un sistema no solo estatal si no nacional y que permita un uso eficiente de este recurso natural.

CONCLUSIONES

La conservación de recursos actualmente debe de ser de interés de todos, tanto instituciones como la población, aun mas en recursos de mayor importancia como es el Agua, si la agricultura es una de las principales actividades económicas que mas uso hacen del mismo, es de prioridad crear primero la conciencia del problema que existe con este recurso, segundo crear nuevos protocolos que permitan el ahorro que se requiere, enseñarlos y si podemos crear herramientas tecnológicas que faciliten la adopción de estas nuevas técnicas. De igual manera es necesario la implementación de mas áreas y cultivos que permitan una mayor adopción y que se refleje en el uso eficiente de este recurso. La realidad es que es difícil la adopción de este tipo de herramientas, pero si poco a poco se comienzan a usar, la agricultura del país se modernizara y serán de gran ayuda en temas tan delicados como la conservación de los recursos naturales.

BIBLOGRAFIA

María Ramírez, A., Haller, V., Hugo, V., Macías López, A., Baez González, A. D., Victoria, E., Ceballos Silva, A. 2007. El proceso de análisis jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz de temporal. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Edafología.

Robertson, G. W. 1983. Weather-based mathematical models for estimating development and ripening of crops.World Meteorological Organization. Technical Note No. 180. Geneva, Switzerland.

Servin P. M. 2015. Sistema para programar y calendarizar el riego en los cultivos en tiempo real. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, México.

Silva, V. M. A. 2001. Meteorología e climatología. Brasilia: INMET, Gráfica y Editora Pax.

DIFERENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA VERDE DE *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. EN EL CENTRO Y SUR DE COAHUILA, MÉXICO

[1*]Adrián Hernández-Ramos, [1]Antonio Cano-Pineda, [2]Celestino Flores-López, [3]Jonathan Hernández-Ramos y [3]Xavier García-Cuevas.

[1]INIFAP-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 #9515. Col. Hacienda de Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coahuila. [2]UAAAN-Departamento Forestal. [3]INIFAP-Campo Experimental Chetumal. [*]Autor de correspondencia: hernandez.adrian@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las regiones áridas y semiáridas de México representan aproximadamente el 54.3% de la superficie del país (Cervantes, 2002) dominadas por matorral xerófilo, el cual tiene una extensión de 70.49 millones de hectáreas y representa el 29.7% de la superficie nacional (Challenger y Soberón, 2008); además, estas regiones son la fuente principal de productos forestales no maderables (PFNM) como son las ceras, fibras, leña, entre otros. Dentro del grupo de PFNM la producción de cera a nivel nacional es de 1,311 ton anuales (SEMARNAT, 2016); este producto es extraído de la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.), especie con una amplia distribución en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango y Zacatecas y con menor proporción en Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí (Cervantes, 2002) y que presenta rendimientos en producción variados de acuerdo a las condiciones ambientales en las que se desarrolla (FAO, 2004; Limones-Rubio *et al.*, 2015).

Se calcula que cerca de 8 millones de hectáreas con potencial alto están cubiertas por candelilla en el norte de México principalmente en Coahuila, del cual más del 80% de la producción de cerote proviene de este estado. Sin embargo, la creciente demanda de cera de candelilla en el estado de Coahuila ha provocado un sobre aprovechamiento que al pasar el tiempo ha reducido la superficie de distribución natural de esta especie y es cada vez más difícil acceder a las áreas de producción, haciendo poco redituable esta actividad para los productores primarios. Por lo anterior, se ha implementado el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (PFC) para reducir el impacto a las áreas naturales, registrando una superficie de plantación de 37,566 ha de candelilla del 2004 al 2014 solamente en el estado de Coahuila (CONAFOR, 2018), pero su establecimiento no presentó una planeación para definir el área adecuada de plantación, esto debido a que se establecieron fuera de áreas con alto potencial de producción. Por lo anterior, se planteó el objetivo de determinar la de producción de biomasa verde de candelilla en condiciones naturales en seis municipios del estado de

Coahuila, México, con el propósito de clasificar las regiones más productivas y aptas para las PFC de candelilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los municipios de Cuatro Ciénegas, Parras de la Fuente, Ramos Arizpe, San Pedro de las Colonias, Sierra Mojada y Viesca, correspondientes a la parte centro y sur del Estado de Coahuila. Las diez poblaciones naturales seleccionadas se localizaron en predios con programa de manejo forestal vigente de candelilla (Figura 1). Los climas predominantes en las poblaciones se caracterizan por ser del tipo árido y semiárido (Bs) y muy árido (Bw), con temperaturas medias anuales de 18 a 22 °C y precipitación anual desde 100 a 400 mm (INEGI, 2007). La altitud osciló entre 950 a 1,500 m. La vegetación correspondiente al área es matorral desértico micrófilo y rosetófilo (INEGI, 2016).

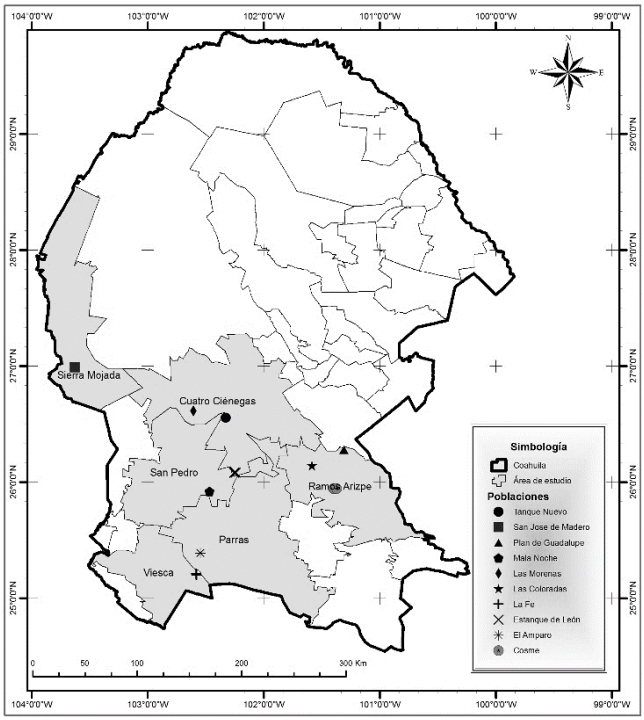


Figura 1. Distribución geográfica de las poblaciones naturales de *Euphorbia antisyphilitica* Zucc., muestreadas en el estado de Coahuila, México.

Toma de datos en campo

En las poblaciones naturales de candelilla seleccionadas (Figura 1) se colectaron los datos de campo mediante un muestreo selectivo de forma destructiva, donde cada individuo fue cosechado para obtener la biomasa total verde (Btv) (kg individuo^{-1}), medida con una báscula Torrey de 0.005 kg de precisión (Winck *et al.,* 2015; Hernández-Ramos *et al*., 2017; Flores *et*

al., 2018; Villavicencio *et al.,* 2018). La muestra se conformó de 1,083 individuos distribuidos de forma que abarcaran la mayor variabilidad de condiciones de crecimiento y de dimensiones de la especie existentes en las diez poblaciones muestreadas.

Análisis estadístico

Agrupación de datos. Los municipios se agruparon en relación a la producción de biomasa mediante un análisis de varianza (ANDEVA), tomando como factor primario el municipio y la variable de respuesta la Btv. Posterior al análisis de significancia entre los seis municipios, se realizó el contraste de medias mediante la técnica de la *Diferencia Mínima Significativa* o método *LSD* (*Least Significant Difference*), que consiste en la prueba de hipótesis por parejas de la forma H_0: $\mu_i = \mu_j$; H_1: $\mu_i \neq \mu_j$. Por lo tanto, las medias fueron estadísticamente diferentes si $|(\bar{y}_i - \bar{y}_j) > LSD|$, donde la mínima diferencia significativa (*LSD*) está dada por: $|LSD = \tau_{\alpha/2;} N-1 \sqrt{\hat{s}_R{}^2 (\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j})}|$, siendo n_i y n_j el número de observaciones correspondientes a cada medida, $N - 1$ el número de grados de libertad y $t_{\alpha/2;N-1}$ el valor crítico de la distribución *t* con $N - 1$ grados de libertad que deja una probabilidad a su derecha igual a α/2 (Williams y Abdi, 2010). Finalmente, se realizó la agrupación de medias por municipios (Statistical Analysis Systems Institute Inc., [SAS], 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza indicó diferencias significativas en producción de Btv entre los municipios y entre las poblaciones, donde el error Tipo III en ambos es significativo (α=0.0001). Mientras que los resultados obtenidos con LSD muestran una agrupación de los municipios en tres grupos de acuerdo a la producción de Btv por individuo. El municipio de Parras de la Fuente (El Amparo) formó el primer grupo (GI) con la mayor media registrada igual a 1.722 kg individuo^{-1}, el segundo grupo (GII) lo conformaron las poblaciones de los municipios de San Pedro (Mala Noche), Cuatro Ciénegas (Estanque de León, Las Morenas y Tanque Nuevo), Ramos Arizpe (Las Coloradas, Plan de Guadalupe y Cosme) y Viesca (La Fe), con medias similares de 1.046, 0.924, 0.917 y 0.809 kg individuo^{-1}, respectivamente; por último, el grupo tres (GIII) se conformó por la población colectada en el municipio de Sierra Mojada con 0.657 kg individuo^{-1}, siendo este valor de Btv el más bajo de las poblaciones evaluadas (Figura 1).

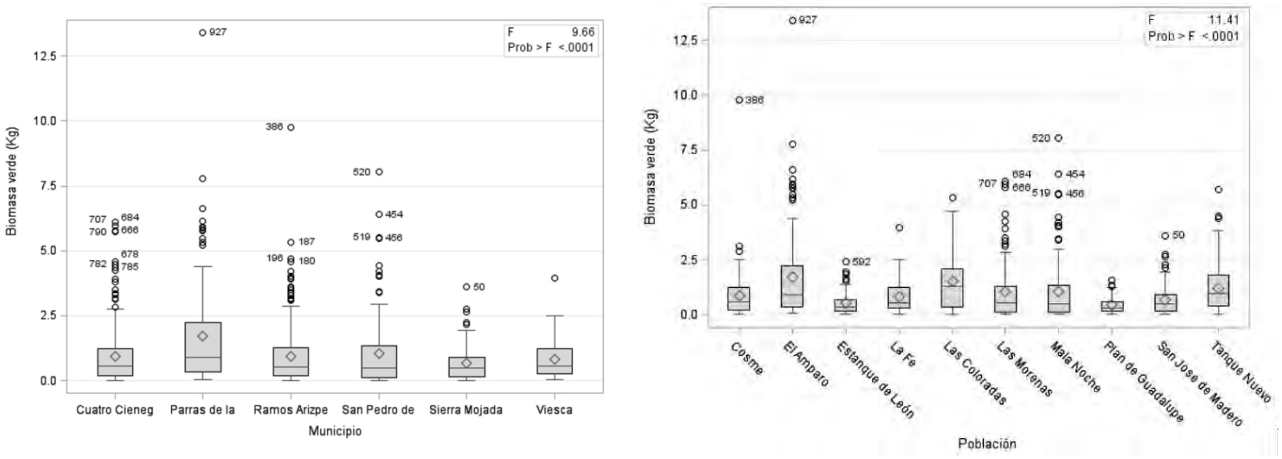


Figura 1. Biomasa verde promedio por municipio (A) y por población (B) de *Euphorbia antisyphilitica* en Coahuila, México.

El municipio de Parras de la Fuente presentó valores altos de biomasa (GI) y Sierra Mojada con la población de San José de Madero presentó los valores más bajos (GIII), comparados con el resto del listado, por ello, se clasificó en un grupo específico a cada una de estas poblaciones y disminuir la variabilidad de estimación al momento de ajustar los modelos de regresión. En cuanto al GII se integró de cuatro municipios con condiciones de biomasa similares. Las poblaciones que presentaron los mayores valores de biomasa fueron El Amparo y Las Coloradas con 1.722 y 1.507 kg individuo^{-1}, respectivamente. En cuanto a las poblaciones menos productivas fueron San José de Madero, Estanque de León y Plan de Guadalupe con 0.657, 0.526 y 0.42 kg individuo^{-1}, para cada una; el resto de las poblaciones oscilaron de 1.178 a 0.809 kg individuo^{-1}.

Las variaciones en la producción de la Btv (kg individuo^{-1}) de las plantas evaluadas de cada población en este estudio se deben a que las zonas áridas presentan condiciones climáticas y topográficas diversas que generan patrones espaciales y temporales en la distribución de las especies que los habitan, como es el caso de candelilla (Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008; Arato *et al.*, 2014); además, este comportamiento se puede observar en otras especies como en *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M.C. Johnst., que presenta variaciones de la biomasa aérea de individuos con similares dimensiones, pero de diferente procedencia en el Noreste de México, atribuido a las condiciones ambientales del sitio y a la aplicación de actividades silvícolas en un pasado (Méndez *et al.*, 2012), de igual manera en plantaciones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden en el noreste de Argentina, se determinó que la zona

agroecológica influye en la acumulación de biomasa aérea y en la distribución de ésta en sus componentes (Winck *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

La procedencia de las muestras, ya sea por población o por municipio, presentaron diferencias significativas en cuanto a la producción de biomasa por individuo, lo que indica que el crecimiento de esta especie está influenciado por las condiciones ambientales del terreno y que el uso de herramientas técnicas para su manejo deben de ser específicas para cada condición de crecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Arato, M., Speelman, S. y Van, H. G. (2014). The contribution of non-timber forest products towards sustainable rural development: The case of Candelilla wax from the Chihuahuan Desert in Mexico. Natural Resources Forum, 38(2), 141–153.

Cervantes, M. C. (2002). Plantas de importancia económica en las zonas áridas y semiáridas de México. Temas Selectos de Geografía de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 125-137.

Challenger, A. y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres, un Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO), México, 87-108.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2018). Principales especies no maderables establecidas en PFC por año en 2000 – 2014. Recuperado en http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/ver.aspx?grupo=43&articulo=6020.

Flores, M. F., Vega-Nieva, D. J., Corral-Rivas, J. J., Álvarez-González, J. G., Ruiz-González, A. D., López-Sánchez, C. A. y Carrillo, A. (2018). Desarrollo de ecuaciones alométricas de biomasa para la regeneración de cuatro especies en Durango, México. Rev. Mexicana de Ciencias Forestales, 9(46), 157-185. Doi: https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.119

Hernández-Ramos, J., Santos-Posadas, H. M., Valdez-Lazalde, J. R., Tamarit-Urias, J. C., Ángeles-Pérez, G., Hernández-Ramos, A., Peduzzi, A. y Carrero, O. (2017). Biomasa aérea y factor de expansión en plantaciones forestales comerciales de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. Agrociencia, 51(8), 921-938.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2007). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1000000, Unidades climáticas. Recuperado de http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267551

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2016). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250000. Serie VI. Capa Unión. Recuperado de http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463173359

Limones-Rubio, D., Aguirre-Ureña, E. A., Fonseca-Espino, J., Muro G. y Sánchez, J. (2015). Aprovechamiento de los recursos maderables y no maderables de la zona semiárida de Durango. Rev. Ciencia UANL, 18(74), 73-77.

Méndez, G. J., Turlan, O. A., Ríos, J. C. y Nájera, J. A. (2012). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M.C. Johnst. Rev. Mexicana de Ciencias Forestales, 3(13), 57-72.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2004). Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo: Informe Nacional México. 86 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2016). Anuario estadístico de la producción forestal 2016. SEMARNAT. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/282951/2016.pdf

SAS Institute Inc. (2017). SAS/STAT(R) 9.22 User's Guide. Recuperado de https://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63347/HTML/default/viewer.htm#statug_anova_sect001.htm

Tapia-Tapia, E. C. y Reyes-Chilpa, R. (2008). Productos forestales no maderables: aspectos económicos para el desarrollo sustentable. Madera y Bosques, 14(3), 95-112.

Villavicencio-Gutiérrez, E. E., Hernández-Ramos, A., Aguilar-González, C. y García-Cuevas, X. (2018). Estimación de la biomasa foliar seca de *Lippia graveolens* Kunth del sureste de Coahuila. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 9(45), 187-207. Doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.139

Williams, L. J. y Abdi, H. (2010). Fisher´s Least Significant Difference (LSD). Encyclopedia of Reserch Design, Oak, EU, SAGE, 6 p.

Winck, R., Fassola, H., Barth, S., Crechi, E., Keller, A., Videla, D. y Zaderenko, C. (2015). Modelos predictivos de biomasa aérea de *Eucalyptus grandis* para el noreste de Argentina. Revista Ciencia Forestal, 25(3), 595-606. Doi: 10.5902/1980509819611

AJUSTE DE ECUACIONES ALOMÉTRICAS DE BIOMASA VERDE DE CANDELILLA EN OCHO POBLACIONES NATURALES EN COAHUILA

[1*]Adrián Hernández-Ramos, [1]Antonio Cano-Pineda, [2]Celestino Flores-López, [3]Jonathan Hernández-Ramos y [3]Xavier García-Cuevas.

[1]INIFAP-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 #9515. Col. Hacienda de Buenavista, C.P. 25315, Saltillo, Coahuila. [2]UAAAN-Departamento Forestal. [3]INIFAP-Campo Experimental Chetumal. *Autor de correspondencia: hernandez.adrian@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La biomasa en ecosistemas forestales es fijada y acumulada mediante el proceso de la fotosíntesis, contribuye a las reservas de carbono en la tierra y es empleada como indicador para evaluar la productividad del sitio forestal, además, juega un papel importante en el manejo forestal sostenible de los recursos (Návar-Cháidez, 2010; Ferrere *et al.*, 2014).

Para evaluar la biomasa, se utilizan métodos directos e indirectos (Aristizábal, 2011); en estos últimos, los modelos matemáticos generados a partir de relaciones alométricas son herramientas importantes de aplicación directa para estimar de forma confiable la distribución de biomasa a nivel especies y a nivel de ecosistema forestal, abarcando áreas extensas (Solano *et al.*, 2014; Flores *et al.,* 2018), además, son aplicables para estimar la fijación de CO_2 y las cargas de combustibles (Ferrere *et al.,* 2014). Estos modelos consisten en estimar una variable de difícil medición (biomasa) mediante variables medibles directamente en inventarios forestales y que su medición representa bajo costo (Solano *et al.,* 2014).

Las ecuaciones alométricas deben ser desarrolladas a nivel local y por especie para obtener una mejor estimación de la biomasa, ya que se presentan limitaciones al ajustarlas de manera global debido a las distintas condiciones de crecimiento en las que se desarrollan las especies forestales (Solano *et al.,* 2014). Además, las ecuaciones específicas por sitio son de mayor utilidad dentro del manejo forestal (Návar-Cháidez, 2010). Para este tipo de estudios, lo recomendable es contar con ecuaciones alométricas por especie o por condición de crecimiento (sitio) (Carrillo *et al*., 2014). Por ello, el objetivo fue ajustar un modelo alométrico para estimar la biomasa verde (Bv, kg) de candelilla en poblaciones naturales distribuidas en el centro y sur de Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en los municipios de Cuatro Ciénegas, Ramos Arizpe, San Pedro de las Colonias y Viesca, correspondientes a la parte centro y sur del Estado de Coahuila (Cuadro 1); abarcando ocho poblaciones naturales localizadas en predios con programa de

manejo forestal vigente de candelilla. Los climas presentes en el área de estudio son del tipo árido y semiárido (*Bs*) y muy árido (*Bw*), con temperaturas medias anuales de 18 a 22 °C y precipitación anual desde 100 a 400 mm (INEGI, 2007). La altitud osciló entre 950 a 1,500 m. La vegetación correspondiente al área es matorral desértico micrófilo y rosetófilo (INEGI, 2016).

Cuadro 1. Distribución de las poblaciones naturales de *Euphorbia antisyphilitica* Zucc., bajo estudio en Coahuila, México.

No.	Municipio	Población	Plantas (n)
1	Cuatro Ciénegas	Estanque de León	91
		Las Morenas	103
		Tanque Nuevo	101
2	Ramos Arizpe	Las Coloradas	100
		Plan de Guadalupe	105
		Cosme	113
3	San Pedro de las Colonias	Mala Noche	120
4	Viesca	La Fe	60
		Total:	**793**

Toma de datos en campo

Los datos se colectaron mediante un muestreo selectivo de forma destructiva, donde a cada individuo se le midió la altura media (A), el diámetro menor y mayor de la base y el diámetro menor y mayor de la cobertura de copa. Posteriormente la planta fue cosechada para obtener la biomasa total verde (Btv) (kg individuo^{-1}), medida con una báscula Torrey de 0.005 kg de precisión (Winck *et al.,* 2015; Hernández-Ramos *et al.,* 2017; Flores *et al.,* 2018). La muestra se conformó de 793 individuos distribuidos de forma que abarcaran la mayor dispersión de categorías diamétricas de las poblaciones muestreadas (Cuadro 1).

Análisis estadístico

Selección de variables para el ajuste de modelos. Las variables alométricas A, diámetro promedio de la cobertura de copa (DPC), diámetro promedio de la base (DPB) y cobertura arbustiva (CA), fueron relacionadas con la Btv mediante un análisis de *Correlación de Pearson* y una regresión *Stepwise*, seleccionando las que presentaron los valores altos de correlación (*r*).

Depuración de bases de datos. Para la detección de los valores atípicos de la muestra, previo al ajuste de los modelos, se empleó el método de eliminación directa mediante el análisis gráfico de la dispersión de los datos y con los valores de los residuales studentizados; estos

últimos se calcularon en SAS 9.4 ® con *PROC GLM* (Modelos lineales generalizado, por sus siglas en inglés) y la opción *r-Influence* (SAS Institute Inc., 2017). Se consideraron valores atípicos los residuales mayores al valor crítico de ±2 (Coenders y Saez, 2000) y se eliminaron estos valores de la base de datos (Chen, 1978).

Ajuste estadístico de los modelos. Se emplearon cuatro modelos seleccionados de la literatura que presentaron resultados sobresalientes al estimar la biomasa de diversas especies arbóreas y arbustivas (Gómez-García *et al.*, 2013; Soriano-Luna *et al.,* 2015; Hernández-Ramos *et al.,* 2017) (Cuadro 2). El ajuste de los modelos se realizó mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios con *PROC MODEL* en SAS 9.3 ® (SAS Institute Inc., 2017).

Cuadro 2. Modelos seleccionados para el ajuste de la biomasa verde de *Euphorbia antisyphilitica* Zucc., en cuatro municipios de Coahuila.

Identificador	Nombre	Estructura
1	Schumacher-Hall	$Btv = \beta_0 (x_i)^{\beta_1} (x_j)^{\beta_2}$
2	Schumacher exponencial	$Btv = \beta_0 Exp^{(-\beta_1 / x_i)}$
3	Spurr	$Btv = \beta_1 (x_i{}^2 x_j)^{\beta_2}$
4	Polinomial	$Btv = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2{}^2 + \beta_3 x_3{}^3$

Btv: Biomasa total verde (kg individuo^{-1}); x_i, x_j: variables independientes; β_i: coeficientes de regresión.

La selección de los modelos se efectuó de acuerdo a los mayores valores del coeficiente de determinación ajustado por el número de parámetros (R^2_{Ajus}) y los menores de la raíz del cuadrado medio del error (RCME) (Tlaxcala-Méndez *et al.*, 2016), además de la significancia de sus parámetros y del coeficiente de determinación entre los valores predichos y observados (Tlaxcala-Méndez *et al.*, 2016; Flores *et al.,* 2018). Los supuestos de regresión del modelo se analizaron con la prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los datos, el test de White para detectar la homocedastisidad de los residuales y la prueba de Durbin-Watson para detectar autocorrelación de los errores. El análisis estadístico se realizó en el programa SAS 9.3 ®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables correlacionadas con la Btv son la CA (0.90), la A por DPC (0.88), el DPC (0.87) y el DPB (0.78), considerando una relación de tipo lineal. Sin embargo, la dispersión de los datos es de tipo sigmoidal por lo que se analizaron con una regresión *Stepwise* indicando que las

variables A, A por DPB (ADPB), el DPC, la ADPC y la cobertura arbustiva son significativas (P<0.05) dentro del modelo. Las dos pruebas coincidieron en que las variables A, DPC, DPB y la cobertura de la planta son adecuadas para estimar la Btv, con ellas se ajustaron los modelos seleccionados, además se integraron las iteraciones entre las variables.

Modelos de biomasa verde

Los modelos seleccionados presentaron una R^2_{Ajus} superior a 0.86, la RCME fue inferior a 0.425 y los parámetros de los modelos fueron todos significativos (P<0.05). Los modelos con mejor ajuste y factibles para estimar la Btv de candelilla fueron 2 y 3 con las variables DPC, DPB y A (Cuadro 3). En los dos modelos seleccionados se verificaron los supuestos de regresión, con la prueba de Shapiro-Wilk se confirmó que los datos son tendientes a la distribución normal, ya que el valor del estadístico de *W=0.87* (Pr<*W*=0.0001, para los modelos seleccionados), y la prueba de White comprobó la homogeneidad de varianzas, mientras que se observó la inexistencia de autocorrelación de los errores con la prueba de Durbin-Watson al obtener un valor de 1.64 para ambos.

Cuadro 3. Estadísticos de ajuste de los modelos analizados, para estimar la biomasa verde de *Euphorbia antisyphilitica* Zucc.

No.	Modelo	RCME	R^2_{ajus}	Parámetro	Estimación	Pr>|t|	V.I.
1	Schumacher-Hall	0.4974	0.8105	β_0	0.006171	0.0011	AB; ADPB.
				β_1	0.186429	<0.0001	
				β_2	0.906082	<0.0001	
2	Schumacher-Hall	0.425	0.8617	β_0	0.0011	<0.0001	DPC; A.
				β_1	1.647354	<0.0001	
				β_2	0.300468	<0.0001	
3	Schumacher-Hall	0.3961	0.8798	β_0	0.003614	<0.0001	DPB; DPC.
				β_1	0.48315	<0.0001	
				β_2	1.268382	<0.0001	
4	Spurr	0.503	0.8062	β_0	0.002118	<0.0001	PDB; A.
				β_1	0.67586	<0.0001	
5	Spurr	0.4477	0.8465	β_0	0.000427	<0.0001	DPC; A.
				β_1	0.725157	<0.0001	
6	Spurr	0.4647	0.8346	β_0	0.008563	<0.0001	DPB; DPC.
				β_1	0.54779	<0.0001	
7	Polinomial	0.3904	0.8833	β_0	-0.42394	<0.0001	DPB; A; DPC.
				β_1	0.039375	<0.0001	
				β_2	0.007546	<0.0001	
				β_3	0.000573	<0.0001	
8	Schumacher-Exp	0.4694	0.8312	β_0	14.53953	<0.0001	DPC.

RCME: raíz del cuadrado medio del error; R^2_{ajus}: coeficiente de determinación ajustado; Pr>|t|: valor de significancia en la prueba de *t*; V.I.: variable independiente.

El análisis gráfico de los valores predichos con los dos modelos y los observados muestran una tendencia recta, con una correlación lineal de 0.862 y 0.881, esto confirma un ajuste adecuado de los modelos seleccionados para estimar la Btv de candelilla en las poblaciones muestreadas (Figura 1).

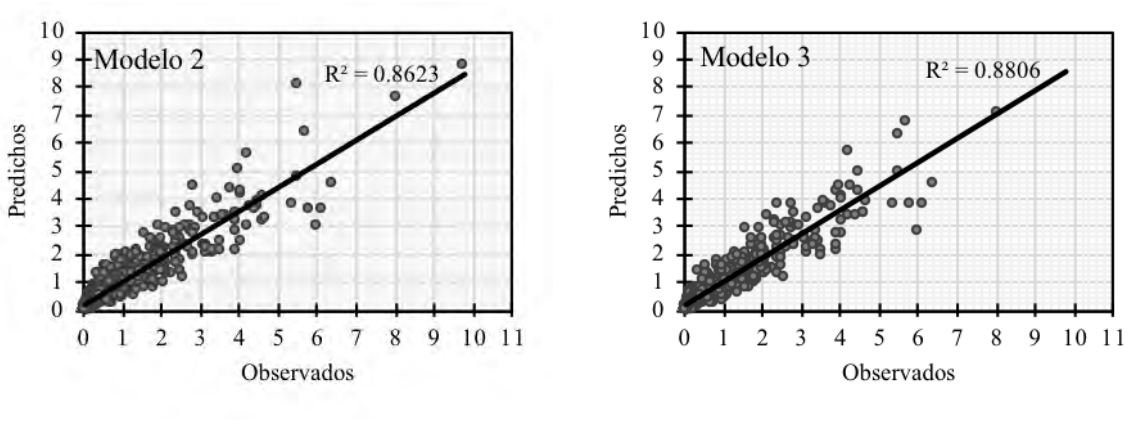


Figura 1. Valores de biomasa verde (Btv) estimada contra la observada para los dos modelos seleccionados.

Los mejores modelos para estimar la Btv incluyeron las variables DPB, DPC y A de la planta, con valores de coeficiente de determinación superiores a 87%. Resultados similares han sido reportados en otros trabajos como Solano *et al.* (2014), quienes obtuvieron una explicación de la varianza de los datos superior a 70% al incluir las variables diámetro normal y altura comercial en 19 modelos para estimar la biomasa aérea de 19 especies arbóreas del bosque seco pluviestacional; por su parte, Villavicencio-Gutiérrez *et al.* (2018) reportaron que las variables diámetro promedio de la cobertura, la altura total y la interacción entre ambas presentaban una relación significativa con la biomasa foliar seca de *Lippia graveolens* Kunth, con valores de coeficiente de determinación de 82, 53 y 83%, respectivamente. Para *Prosopis laevigata*, Méndez *et al*. (2012) indicaron que el diámetro basal está altamente correlacionado con la biomasa aérea de la planta y el ajuste estadístico de modelos mejoró al ingresar una segunda variable dasométrica como la altura de la planta (Flores *et al.,* 2018).

CONCLUSIONES

El modelo de Schumacher-Hall es estadísticamente confiable para estimar la biomasa verde en las poblaciones naturales de candelilla en el área de estudio. Además, puede ser usado en los cálculos de existencias por unidad de superficie o totales a nivel predial en los estudios de aprovechamiento de esta especie en el estado de Coahuila.

BIBLIOGRAFÍA

Aristizábal, D. J. (2011). Desarrollo de modelos de biomasa aérea en combríos de cafeto (*Coffea arabica* L.) mediante datos simulados. Rev. U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 14(1), 49-56.

Carrillo, F., Acosta, M., Flores, E., Juárez, J. E. y Bonilla, E. (2014). Estimación de biomasa y carbono en dos especies arbóreas en La Sierra Nevada, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(5), 779-793.

Chen, J. J. (1978). Testing for outliers in linear models. Retrospective these and disseartations. Recuperado en http://lib.dr.iastate.edu/rtd/6448

Coenders, G. and Saez, M. (2000). Collinearity, heteroscedasticity and outlier diagnostics in regression. Do they always offer what they claim? New Approaches in Applied Statistics, 79-94.

Ferrere, P., Lupi, A. M. y Boca, R. T. (2014). Estimación de la biomasa aérea en árboles y rodales de *Eucalyptus viminalis* Labill. Rev. Ciencias Forestales-Quebracho, 22(1), 100-113.

Flores, M. F., Vega-Nieva, D. J., Corral-Rivas, J. J., Álvarez-González, J. G., Ruiz-González, A. D., López-Sánchez, C. A. y Carrillo, A. (2018). Desarrollo de ecuaciones alométricas de biomasa para la regeneración de cuatro especies en Durango, México. Rev. Mexicana de Ciencias Forestales, 9(46), 157-185. Doi: https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.119

Gómez-García, E., Crecente-Campo, F. y Diéguez-Aranda, U. (2013). Tarifas de biomasa aérea para abedul (*Betula pubescens* Ehrh.) y roble (*Quercus robus* L.) en el noreste de España. Madera y Bosques, 19(1), 71-91.

Hernández-Ramos, J., Santos-Posadas, H. M., Valdez-Lazalde, J. R., Tamarit-Urias, J. C., Ángeles-Pérez, G., Hernández-Ramos, A., Peduzzi, A. y Carrero, O. (2017). Biomasa aérea y factor de expansión en plantaciones forestales comerciales de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. Agrociencia, 51(8), 921-938.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2007). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1000000, Unidades climáticas. Recuperado de http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267551

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2016). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. Capa Unión. Recuperado de http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463173359

Méndez, G. J., Turlan, O. A., Ríos, J. C. y Nájera, J. A. (2012). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M.C. Johnst. Rev. Mexicana de Ciencias Forestales, 3(13), 57-72.

Návar-Cháidez, J. J. (2010). Biomass allometry for tree species of northwestern Mexico. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 12, 507-519.

Solano, D., Vega, C., Eras, V. H. y Cueva, K. (2014). Generación de modelos alométricos para determinar biomasa aérea a nivel de especies, mediante el método destructivo de baja intensidad para el estrato de bosque seco pluviestacional del Ecuador. Rev. CEDAMAZ, 4(1), 32-44.

Soriano-Luna, M. A., Ángeles-Pérez, G., Martínez-Trinidad, T., Plascencia-Escalante, F. O. y Razo-Zárate, R. (2015). Estimación de la biomasa aérea por componente estructural en Zacualtipan, Hidalgo, México. Agrociencia, 49(4), 423-438.

SAS Institute Inc., (2017). SAS/STAT(R) 9.22 User's Guide. Recuperado de https://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63347/HTML/default/viewer.htm#statug_anova_sect001.htm

Tlaxcala-Méndez, R. M., Santos-Posadas, H. M., Hernández-de la Rosa, P. y López-Ayala, J. L. (2016). Variación del factor de forma y el ahusamiento en procedencias de cedro rojo (*Cedela odorata* L.). Agrociencia, 50(1), 89-105.

Villavicencio-Gutiérrez, E. E., Hernández-Ramos, A., Aguilar-González, C. y García-Cuevas, X. (2018). Estimación de la biomasa foliar seca de *Lippia graveolens* Kunth del sureste de Coahuila. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 9(45), 187-207. Doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.139

Winck, R., Fassola, H., Barth, S., Crechi, E., Keller, A., Videla, D. y Zaderenko, C. (2015). Modelos predictivos de biomasa aérea de *Eucalyptus grandis* para el noreste de Argentina. Revista Ciencia Forestal, 25(3), 595-606. Doi: 10.5902/1980509819611

INDICADORES REGIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS ZONAS PRODUCTORAS DE TUNA EN MÉXICO

Guillermo Medina-García[1]*, Jorge A. Zegbe Domínguez[2], José Israel Casas Flores[3]

[1,2,3]INIFAP- Campo Experimental Zacatecas, Carr. Zacatecas-Fresnillo km 24.5, Calera, Zac., México.

INTRODUCCIÓN

El nopal tunero (Opuntia spp.) es una planta xerófita cultivada en regiones áridas y semi-áridas marginales de México y en agro-ecosistemas similares del mundo. Esta planta tiene diferentes usos tanto como consumo humano, como hortaliza y fruta, como alimento para ganado en épocas de sequía, usos industriales y para evitar erosión del suelo (Varela-Gámez et al., 2014).

De acuerdo a diferentes autores citados por Ruiz et al, (2013), al género Opuntia se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 4,700 m, aunque el óptimo es de 1,700-2,300 msnm. El rango térmico para esta especie es de 6-36°C, con un óptimo entre 15 y 19°C. El nopal puede soportar temperaturas hasta de 65°C por una hora. En tanto, esta especie muere con heladas de -5 a-8°C. Requiere precipitaciones entre 200 a 750 mm anuales, aunque el óptimo es de 350 a 700 mm.

En México se cuenta con una superficie promedio plantada con nopal tunero de 52,839 ha (2007-2016) bajo condiciones de temporal, la cual se realiza principalmente en los estados de Zacatecas 31.6%, México 31.5%, Hidalgo 10.2%, Puebla 8.1%, San Luis Potosí 6.7%, Jalisco 4.1%, Guanajuato 2.5%, Tamaulipas 2.3%, Aguascalientes 1.3% y Querétaro 1.2%, más del 99% de la superficie nacional (SIAP, 2018). Estos estados se encuentran en la región Centro del país en lo que se conoce como Altiplano Mexicano.

Sin embargo, aunque el nopal es una especie que tiene un amplio rango de adaptación (Ruiz et al., 2013), su productividad es muy variable debido tanto a factores bióticos como abióticos que se presentan durante el desarrollo del cultivo. Temperaturas extremas e inadecuadas y la disponibilidad de agua son dos de los factores de estrés abiótico dominantes, que afectan la producción de este cultivo.

Por otra parte, de acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, actualmente el cambio climático representa uno de los principales problemas que enfrenta la agricultura, debido a las alteraciones que causa en los patrones climáticos y por tanto en la agroclimatología relacionada con el manejo de las actividades agrícolas. (IPCC, 2014). Por lo cual es importante conocer las condiciones climáticas de desarrollo del nopal tunero y su posible influencia en su potencial de producción.

En este estudio se pretende conocer cuál ha sido el efecto del calentamiento global en algunas variables climáticas, en la región productora de tuna en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió los principales estados productores de tuna de la República Mexicana: Zacatecas, México, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Tamaulipas, Aguascalientes y Querétaro (Figura 1).

Para seleccionar los principales municipios productores de tuna, se utilizaron estadísticas por municipio de la producción de tuna bajo condiciones de temporal, de los años 2007 a 2016, del Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018), con los cuales se seleccionaron los municipios con al menos cuatro datos en los últimos cinco años y con una superficie sembrada promedio en los últimos 10 años mayor de 20 ha (Figura 1).

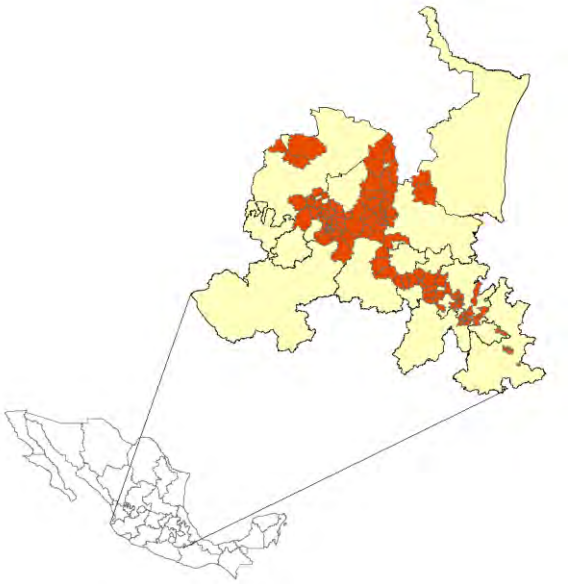


Figura 1. Principales estados y municipios productores de tuna en México.

Se utilizaron datos de 244 estaciones climáticas de la Comisión Nacional del Agua del periodo 1981-2010 ubicadas en los municipios productores de tuna, con los cuales se obtuvieron los promedios mensuales de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación, así como temperatura y precipitación medias anuales para cada uno de los años de la serie.

Con la temperatura mínima media del mes de enero, temperatura máxima media del mes de mayo, temperatura media anual y precipitación media anual de cada uno de los años de la serie de todas las estaciones, se hicieron análisis regionales de tendencias históricas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se seleccionaron 96 municipios para el estudio, los estados con mayor número de municipios productores de tuna resultaron Hidalgo, Zacatecas y San Luis Potosí, con 22, 20 y 19 municipios, respectivamente, los cuales representan 63.5% del total de municipios productores en México. El estado de México solo resultó con siete municipios productores, no obstante, es el segundo Estado con superficie plantada después de Zacatecas.

El análisis de tendencias históricas en la región productora de tuna en México de los años 1981 a 2010 con promedios móviles de 10 años (considerando las 244 estaciones seleccionadas) se presenta en la Figura 2.

La temperatura máxima media del mes de mayo presenta una tendencia hacia el incremento en el periodo de estudio de 30 años (Figura 2A), de acuerdo a la línea de tendencia pasa de 28.5°C en la primera década a 29.8°C en la última, sin embargo, en 75 de los 96 municipios esta variable resultó dentro del rango de 26.8 a 32.0°C, lo cual indica que aunque la tendencia de esta variable es al aumento, todavía la temperatura de la tendencia histórica está dentro de la temperatura máxima media de los municipios (Ruiz et al., 2013).

En cuanto a la temperatura mínima, esta especie muere con heladas de -5 a-8°C (Ruiz et al., 2013), aunque aquí se presenta la temperatura mínima media de enero, en la Figura 2B se observa una tendencia a disminuir en los últimos 30 años. De acuerdo a la línea de tendencia (Figura 4B) pasa de 4.0°C en la primera década a 3.2°C en la última, es decir, la temperatura mínima que pudiera ser inapropiada para el cultivo de nopal puede presentarse con más frecuencia, sin embargo, en 74 de los 96 municipios esta variable resultó dentro del rango de 2.0 a 5.2°C, lo cual indica que aunque la tendencia de esta variable es a disminuir, todavía la temperatura de la tendencia histórica está dentro de la temperatura mínima media de los municipios.

El rango térmico para el nopal tunero es de 6-36°C, aunque este rango es muy amplio, esto no significa que el aumento de la temperatura por efecto del cambio climático no le pueda afectar, ya que este cultivo requiere un óptimo de temperatura entre 15 y 19°C, esto se confirma con el hecho de que 84 de los 96 municipios tienen una temperatura media anual entre 14.7 y 18.9°C, la cual, si se compara con la Figura 2C, en la última década la temperatura media anual en promedio está apenas arriba de 17°C, valor que está dentro del rango óptimo.

El nopal tunero requiere una precipitación entre 200 a 750 mm anuales, aunque el óptimo es de 350 a 700 mm (Ruiz et al., 2013). De los 96 municipios productores de tuna, 74 registran una precipitación anual entre 391 y 622 mm anuales, lo cual confirma que la mayoría están en el rango óptimo de precipitación. La Figura 2D muestra el comportamiento histórico de la precipitación en la región productora de tuna en México, que también está dentro del rango óptimo y que en el período de análisis no se ve afectada por el cambio climático.

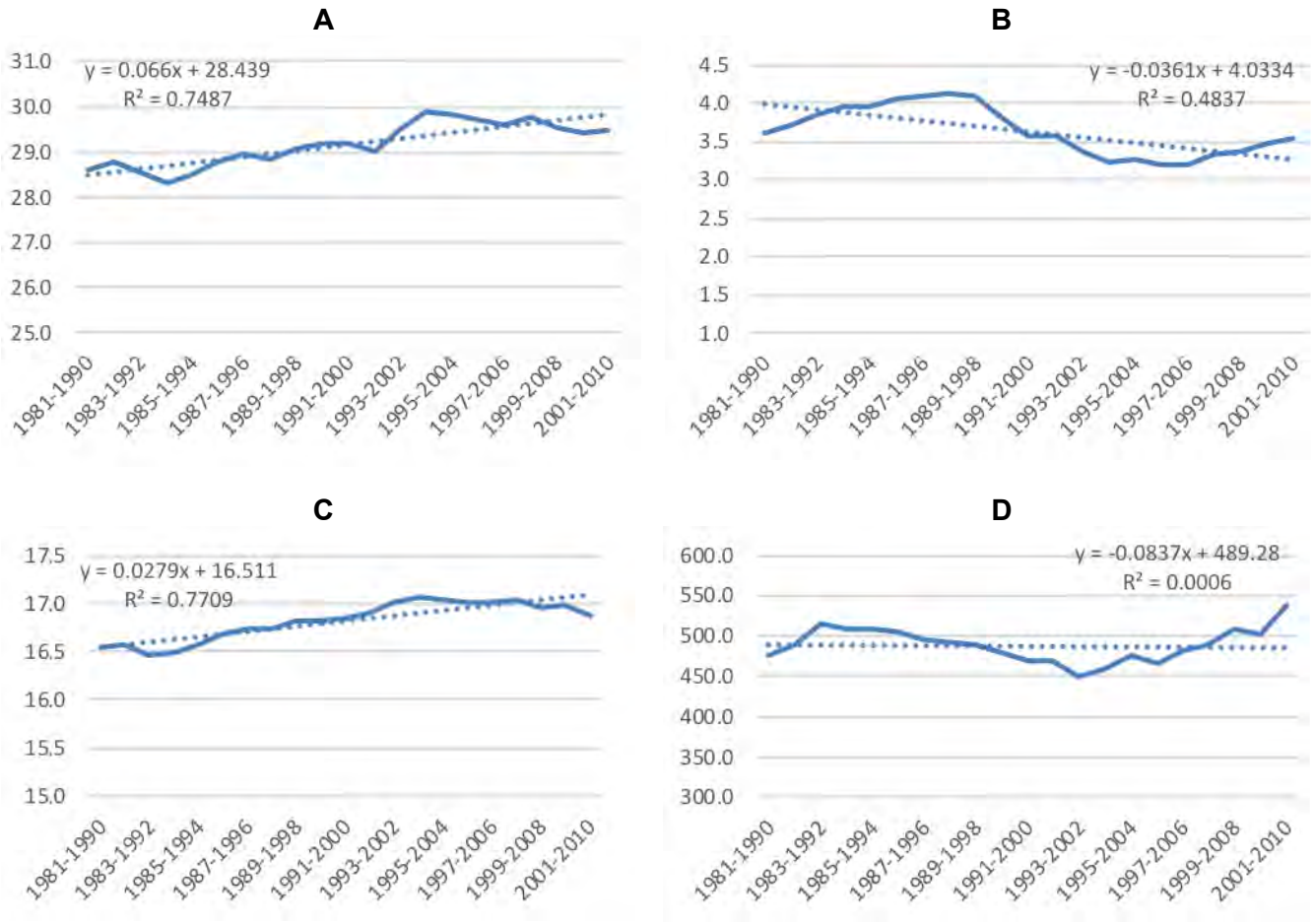


Figura 2. (A) Tendencia histórica de la temperatura máxima media del mes de mayo, (B) temperatura mínima media del mes de enero, (C) temperatura media anual y (D) precipitación media anual en la región productora de tuna en México.

CONCLUSIONES

No obstante que la temperatura mínima media del mes de enero presenta una tendencia a disminuir en el periodo histórico 1981-2010 en la región productora de tuna en México, como efecto del calentamiento global, este efecto no es significativo, ya que los valores mínimo y máximo de la tendencia están dentro del rango óptimo de temperatura mínima para este cultivo.

La temperatura máxima media del mes de mayo y la temperatura media anual presentan una tendencia al incremento en el periodo histórico analizado, sin embargo, no se observa un efecto desfavorable en el cultivo de nopal, ya que ambas temperaturas están dentro de los rangos óptimos.

En el mismo periodo histórico no se observó alguna tendencia en la precipitación anual, por lo que se puede decir que en los últimos treinta años no se ha afectado esta variable por el cambio climático en la región productora de tuna en México.

LITERATURA CITADA

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Byerly M., K. F., Martínez P., R. A. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. 2a. Edición. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Libro Técnico Núm. 3. 564 p.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) Anuario estadístico de la producción agrícola 2003-2016. SAGARPA. 2018. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp (Consultado junio, 2018).

Varela-Gámez, Y., Caldera-Arellano, A. K., Zegbe, J. A., Serna-Pérez A. y Mena-Covarrubias, J. 2014. El riego en nopal influye en el almacenamiento y acondicionamiento de la tuna. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Vol. 5, Núm. 8: 1377-1390.

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LAS ZONAS PRODUCTORAS DE TUNA EN MÉXICO

Guillermo Medina-García[1]*, Jorge A. Zegbe Domínguez[2], José Israel Casas Flores[3]

[1,2,3]INIFAP- Campo Experimental Zacatecas, Carr. Zacatecas-Fresnillo km 24.5, Calera, Zac., México.

INTRODUCCIÓN

El nopal tunero (Opuntia spp.) es una planta xerófita cultivada en regiones áridas y semi-áridas marginales de México y en agro-ecosistemas similares del mundo. Esta planta tiene diferentes usos tanto como consumo humano como hortaliza y fruta, como alimento para ganado en épocas de sequía, usos industriales y para evitar erosión del suelo (Varela-Gámez et al., 2014).

En México se cuenta con una superficie promedio plantada con nopal tunero de 52,839 ha (2007-2016) bajo condiciones de temporal, la cual se realiza principalmente en los estados de Zacatecas 31.6%, México 31.5%, Hidalgo 10.2%, Puebla 8.1%, San Luis Potosí 6.7%, Jalisco 4.1%, Guanajuato 2.5%, Tamaulipas 2.3%, Aguascalientes 1.3% y Querétaro 1.2%, más del 99% de la superficie nacional (SIAP, 2018). Estos estados se encuentran en la región Centro del país en lo que se conoce como Altiplano Mexicano y se cultivan principalmente las variedades de tuna Cristalina, Rojo liso, Amarilla Montesa y Burrona.

Sin embargo, aunque el nopal es una especie que tiene un amplio rango de adaptación (Ruiz et al., 2013), su productividad es muy variable debido tanto a factores bióticos como abióticos que se presentan durante el desarrollo del cultivo. Temperaturas extremas e inadecuadas y la disponibilidad de agua son dos de los factores de estrés abiótico dominantes, que afectan la producción de este cultivo.

Por otra parte, de acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, actualmente el cambio climático representa uno de los principales problemas que enfrenta la agricultura, debido a las alteraciones que causa en los patrones climáticos y por tanto en la agroclimatología relacionada con el manejo de las actividades agrícolas. (IPCC, 2014). Por lo cual es importante conocer las condiciones climáticas de desarrollo del nopal tunero y su posible influencia en su potencial de producción.

En este estudio se pretende conocer cuáles son las condiciones climáticas actuales en las zonas de producción de tuna, como punto de partida para estudiar el efecto del cambio climático en este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió los principales estados productores de tuna de la República Mexicana: Zacatecas, México, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Tamaulipas, Aguascalientes y Querétaro. Se utilizaron estadísticas por municipio de la producción de tuna bajo condiciones de temporal, de los años 2007 a 2016, del Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018). En la Figura 1 se presenta el área de estudio.

Figura 1. Principales estados productores de tuna en México.

Se seleccionaron los municipios productores de tuna con al menos cuatro datos en los últimos cinco años y con una superficie sembrada promedio en los últimos 10 años mayor de 20 ha.

En cada uno de los municipios seleccionados se ubicó el área agrícola y en esas áreas se obtuvieron los parámetros de las principales variables climáticas para el nopal tunero, esto se hizo a partir del Sistema de Información Climática del INIFAP (Ruiz et al., 2016). Posteriormente se obtuvieron los histogramas de esas variables y se generaron mapas de las variables climáticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 96 municipios como los principales productores de tuna en México, los cuales se presentan en la Figura 2A. Los estados con mayor número de municipios productores de tuna son Hidalgo, Zacatecas y San Luis Potosí, con 22, 20 y 19, respectivamente. En cuanto a la superficie plantada, 70 de los 96 municipios tienen superficies hasta de 285.3 ha, lo cual representa 72.9% (Figuras 2A y 3A). De acuerdo al histograma de la Figura 3A, solo cuatro municipios tienen una superficie plantada entre 2,560.8 y 4,615.2 ha, de los cuales tres se encuentran en el estado de México y uno en el estado de Puebla (Figura 2A).

El municipio de Pinos en el estado de Zacatecas es el municipio con mayor superficie plantada, con un promedio de 11,467 ha.

En la Figura 2B se presenta el rendimiento promedio por municipio, de acuerdo al histograma de rendimiento (Figura 3B), cada una de las primeras tres clases representan aproximadamente 30% del total de municipios. Los municipios de menor rendimiento se encuentran principalmente en los estados de Aguascalientes, Querétaro, Hidalgo y Tamaulipas, los municipios de las siguientes dos clases se encuentran principalmente en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, mientras que los municipios con mayor rendimiento se ubican principalmente en los estados de Guanajuato, Estado de México y Puebla.

Tomando como base las áreas agrícolas de los municipios productores de tuna se obtuvieron los parámetros climáticos en cada uno de ellos, los resultados se presentan en los histogramas de la Figura 4, donde se muestra la temperatura media anual, temperatura mínima media del mes de enero, temperatura máxima media del mes de mayo y precipitación anual.

En cuanto a la temperatura media anual (Figura 4A), 52 de los 96 municipios (54.2%) tienen temperatura entre 16.1 y 17.5°C, 29 municipios (30.2 %) tienen temperatura media menor, entre 13.3 y 16.1°C, mientras que 15 municipios (15.6%) tienen temperatura mayor, entre 17.5 y 20.3°C. Los municipios con temperatura menor al rango dominante, se encuentran principalmente en los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; los de mayor temperatura al rango dominante se encuentran en los estados de San Luis Potosí y Tamaulipas (Figura 5A).

El histograma de la temperatura mínima media del mes de enero se presenta en la Figura 4B, ahí se puede observar que las clases entre 2.0 y 5.2°C incluyen 74 de los 96 municipios (77.1%), la primera clase (0.5 a 2.0°C) incluye 15 municipios (15.6%) y el resto de los municipios tiene temperatura mínima media del mes de enero entre 5.2 y 8.3°C.

Los municipios con menor temperatura mínima se encuentran principalmente en los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; los de mayor temperatura se encuentran en los estados de Tamaulipas y Querétaro.

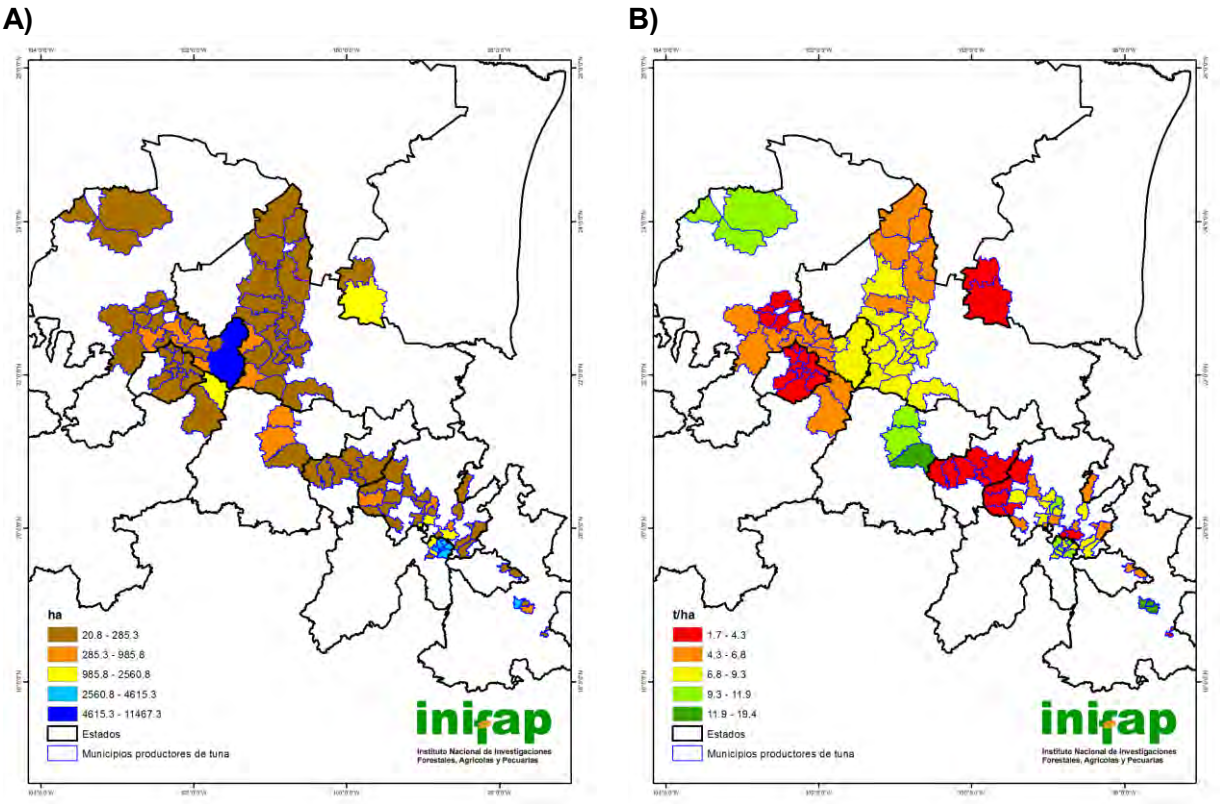


Figura 2. Superficie plantada y rendimiento de nopal tunero por municipio (2007-2016).

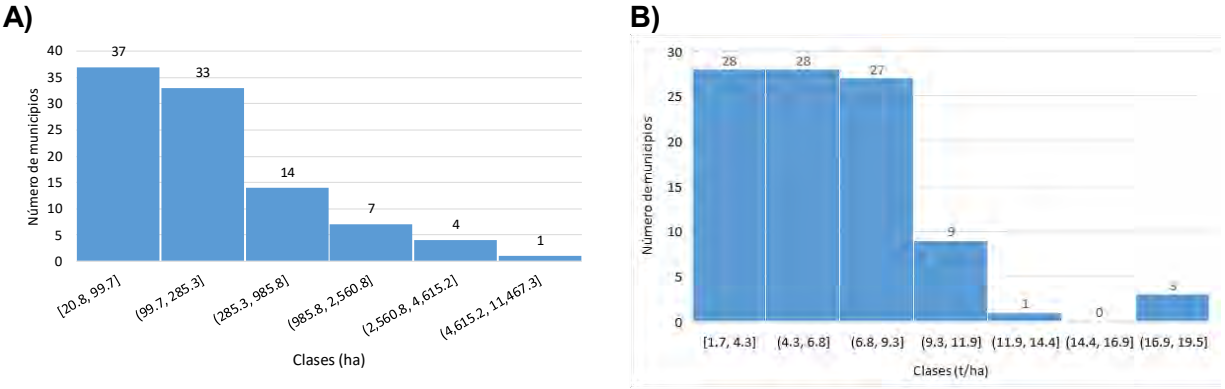


Figura 3. Histogramas de superficie plantada y rendimiento por municipio, de los municipios productores de tuna en México.

En la Figura 4C se presenta el histograma de la temperatura máxima media del mes de mayo, se observa que la clase entre 28.5 y 30.2°C incluye 39 de los 96 municipios (40.6%), las clases con temperatura máxima media menor a la clase dominante (23.4 a 28.5°C) incluye 40 municipios (41.7%), mientras que temperatura mayor a la clase dominante solo incluye 17 municipios (17.7%), lo cual indica cierta tendencia a temperaturas máximas no tan altas. Los municipios con menor temperatura máxima se encuentran principalmente en los estados de

México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; los de mayor temperatura se encuentran en los estados de San Luis Potosí, Tamaulipas, Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas (Figura 5C).

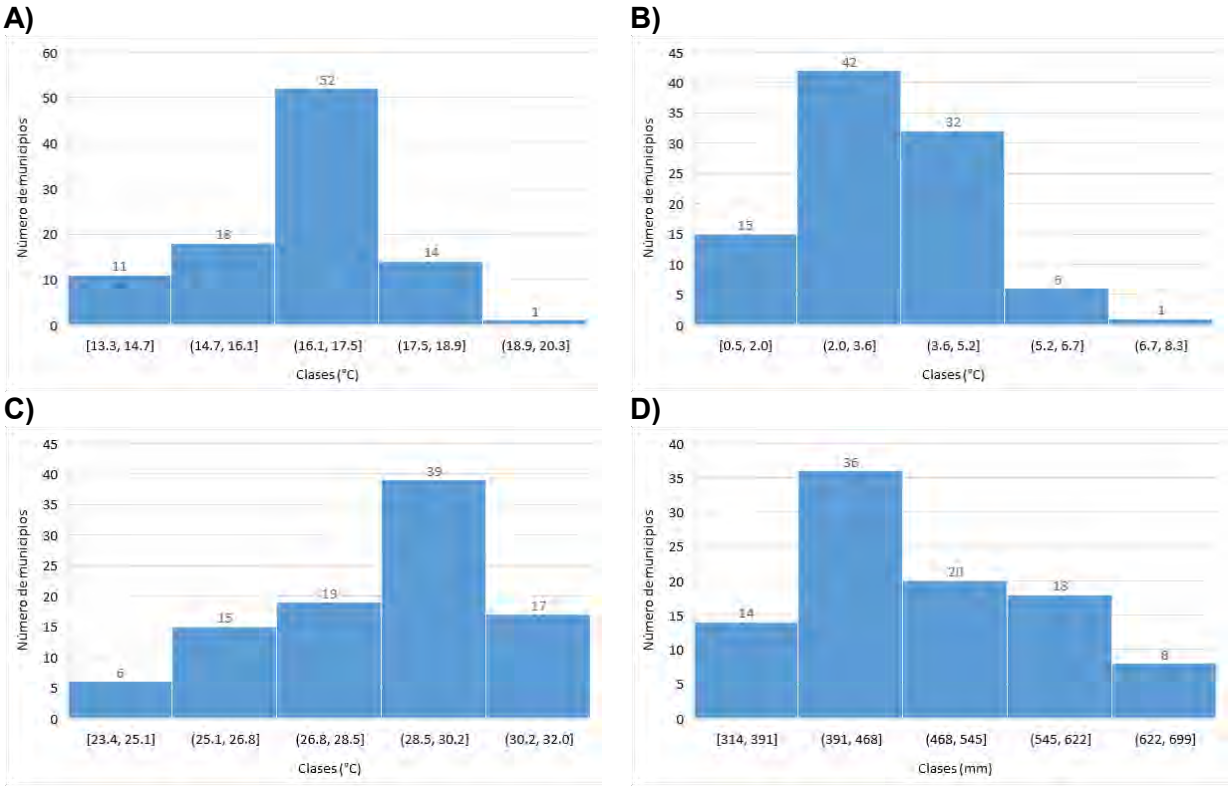


Figura 4. Histogramas de los parámetros climáticos de los municipios productores de tuna en México. A) temperatura media anual, B) temperatura mínima media de enero, C) temperatura máxima media de mayo y D) precipitación media anual.

La Figura 4D muestra el histograma de la precipitación anual de los municipios productores de tuna, se observa que la clase entre 391 y 468 mm incluye 36 de los 96 municipios (37.5%), las dos siguientes clases con precipitación anual mayor a la clase dominante (468 a 622 mm) incluye 38 municipios (39.6%) y la clase con la mayor precipitación (622 a 699 mm) incluye solo 8 municipios, mientras que la precipitación menor a la clase dominante solo incluye 14 municipios (14.6%), lo cual indica cierta tendencia a precipitaciones no tan bajas. Los municipios con mayor precipitación se encuentran principalmente en los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; los de menor precipitación se encuentran en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Tamaulipas e Hidalgo (Figura 5D).

Estos parámetros servirán de base en otros estudios como puede ser el efecto del cambio climático en el nopal tunero.

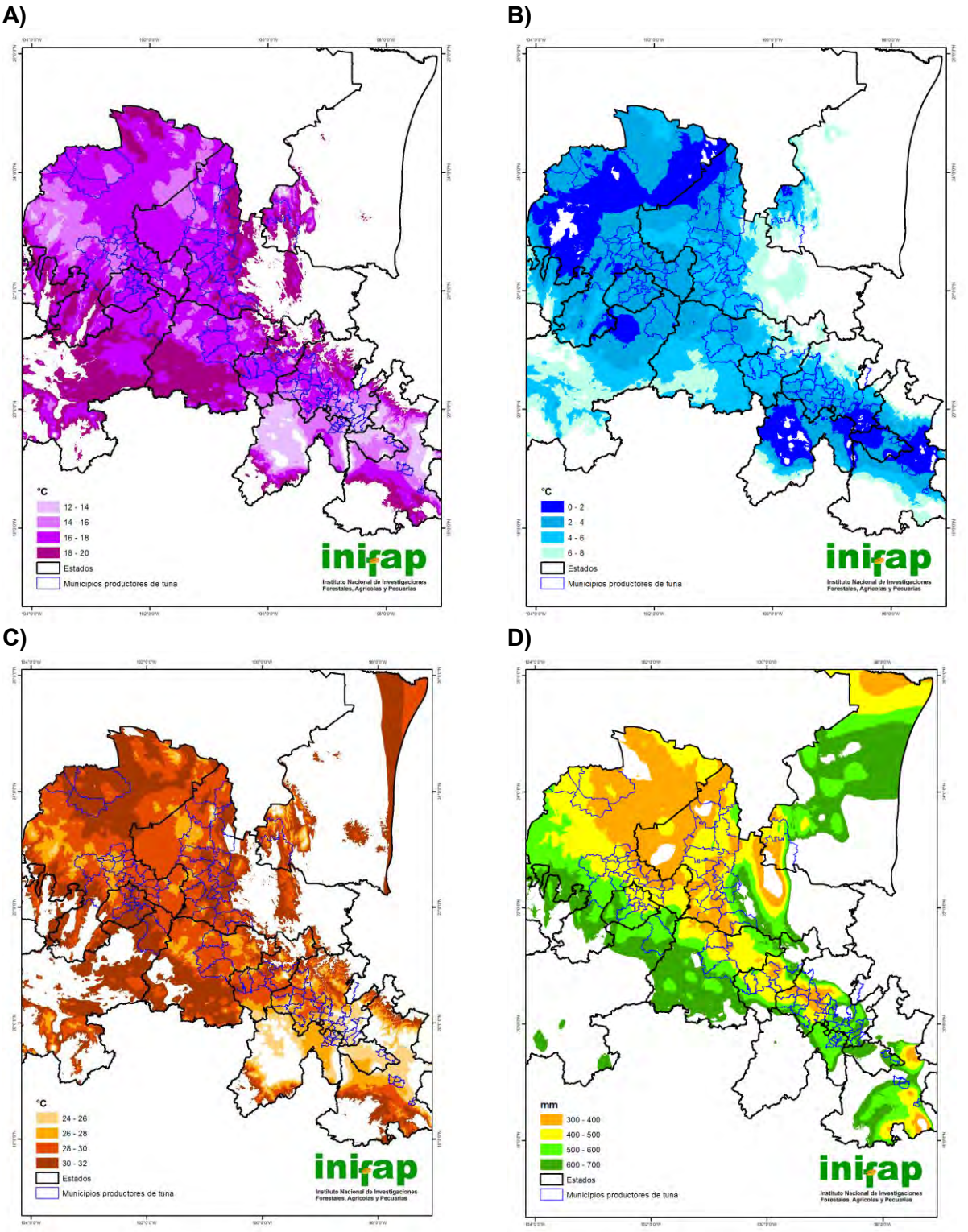


Figura 5. Temperatura media anual, temperatura mínima media del mes de enero, temperatura máxima media del mes de mayo y precipitación anual en la zona productura de tuna en México.

CONCLUSIONES

La región productora de nopal tunero se localiza en el centro de México y comprende parte de los estados de Zacatecas, México, Hidalgo, Puebla, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Tamaulipas, Aguascalientes y Querétaro.

Los municipios de la región productora de nopal tunero presentan temperatura media anual entre 13.3 y 20.6°C, concentrándose en el rango 16.1 a 17.5°C.

La mayor parte de los municipios productores de tuna tienen temperatura mínima media en el mes de enero entre 2.0 y 5.2°C, mientras que la mayor parte de los municipios tienen una temperatura máxima media del mes de mayo entre 25.1 y 30.2°C.

Se registra una precipitación entre 391 y 622 mm en la mayor parte de los municipios productores de tuna en México.

LITERATURA CITADA

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Climate Change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.; Pachauri, K. and Meyer, L. A. (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 p.

Ruiz C., J. A., Medina G., G., González A., I. J., Flores L., H. E., Ramírez O., G., Ortiz T., C., Byerly M., K. F., Martínez P., R. A. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. 2a. Edición. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Libro Técnico Núm. 3. 564 p.

Ruiz-Corral, J. A., Medina-García G., Rodríguez-Moreno V. M., Sánchez-González J. J., Villavicencio G. R., Durán Puga N., Grageda G. J. y García R. J. E. 2016. Regionalización del cambio climático en México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp. Núm. 13:2451-2464.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) Anuario estadístico de la producción agrícola 2003-2016. SAGARPA. 2018. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp (Consultado junio, 2018).

Varela-Gámez, Y., Caldera-Arellano, A. K., Zegbe, J. A., Serna-Pérez A. y Mena-Covarrubias, J. 2014. El riego en nopal influye en el almacenamiento y acondicionamiento de la tuna. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Vol. 5, Núm. 8: 1377-1390.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO AL EXTRUIDO DE COTILEDÓN ELABORADA DE HARINA DE FRIJOL FLOR DE MAYO DOLORES

Isidro-Requejo, Luis Maconetzín[1*]; Cruz-Bravo, Raquel Karina[2]; Recio-Rocha, Katherine Selene[3]; Anaya-Salgado; Antonio[1]

[1]CELALA-INIFAP. Blvd. José Santos Valdez, No. 1200 Pte. Col. Centro C.P. 27445, Matamoros, Coah.
[2]Campo Experimental Zacatecas (CEZ)-INIFAP-. Km. 24.5. Carr. Zacatecas-Fresnillo. C.P. 98500. Calera de Víctor Rosales, Zac.
[3]Facultad de Ciencias Biológicas, Ciudad Universitaria UT-UAdeC. Carretera Torreón-Matamoros km. 7.5. Ejido El Águila. C.P. 27087. Torreón, Coah.
*isidro.luis@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La contaminación de los alimentos es una consecuencia directa de las diferencias sanitarias durante su proceso de elaboración, manipulación, empaque, transporte, almacenamiento y de las condiciones en que son vendidas al consumidor. Los microorganismos provienen de diferentes fuentes de contaminación, son transferidos a la superficie de los alimentos donde encuentran los nutrientes necesarios para proliferar aun estando en el empaque (Raftari *et al*., 2009).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existen 250 tipos de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA´s) que se consolidan como un problema de salud pública, capaces de afectar la productividad económica de la sociedad y generar altos costos a los servicios de salud pública (Helms *et al*., 2006).

Las ETA´s pueden provocar:

- Infecciones: Enfermedades ocasionadas por comer alimentos que contienen organismos biológicos dañinos como: la salmonelosis, shigelosis y listeriosis son infecciones alimentarias.

- Intoxicaciones: Enfermedades ocasionadas por comer alimentos que contienen toxinas de bacterias, mohos y veneno de ciertas plantas o animales, por ejemplo: el botulismo.

Las alergias por hipersensibilidad individual a ciertos alimentos no se consideran ETA´s (Ávila, 2004).

Existen diferentes tipos de agentes de contaminación que pueden estar presentes en los alimentos y producir enfermedad en las personas, estos son: los agentes biológicos (microorganismos infecciosos): bacterias, virus, hongos y parásitos. Agentes químicos como los pesticidas y metales pesados como mercurio y plomo, entre otros. Agentes físicos como tierra,

piedras, plásticos, vidrio o madera pueden estar presentes en los alimentos. Menos frecuentes, pero sumamente dañinos son los alimentos que pueden ser contaminados con material radioactivo (Red de Sociedades Científicas Médicas de Venezuela, 2010).

Otros factores frecuentes que contribuyen a las ETA´s son:

- Productos químicos en alimentos.
- Manipulación inadecuada.
- Temperaturas inapropiadas.
- Mal enfriamiento o calentamiento de alimentos.
- Tiempos de preparación excesivos (mayores de 4 horas).
- Mala desinfección de frutas y verduras.
- Mala salud del personal.
- Cocción o recalentamiento inapropiado.
- Equipo y utensilios sucios.
- Presencia de plagas (Cervantes *et al*., 2008).

Alrededor de un 20% de las causas de las ETA´s se deben a una deficiente higiene en los manipuladores de alimentos, un 14% a la contaminación cruzada, y un inapropiado lavado de manos es la causa más frecuente de la contaminación cruzada (Castro y Salgado, 2007).

En general, las ETA`s se producen por la ingestión de alimentos y/o bebidas contaminados con microorganismos patógenos que afectan la salud del consumidor en forma individual o colectiva (González y Rojas, 2005).

La salud y la vida de los consumidores dependen en gran parte de la calidad nutricional de los alimentos, la cual a su vez depende de la calidad higiénica y sanitaria a que éstos son sometidos en toda la cadena agroalimentaria. Si bien la falta de higiene y de sanidad en el procesamiento y preparación de los alimentos es un problema que puede ocurrir en cualquier lugar del mundo, la incidencia de enfermedades causadas por los alimentos mal procesados o pobremente preparados es un problema crítico, severo y que se encuentra con más frecuencia en los países en vías de desarrollo (Castro y Salgado, 2007).

Las Buenas Prácticas de Manufactura e Higiene en los alimentos, son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de los alimentos para el consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción (Castro y Salgado, 2007).

Las nuevas tendencias mundiales en la producción agropecuaria, hacen énfasis en la obtención de productos de alta calidad e inocuos para el consumo humano, siendo la búsqueda de estas características una preocupación constante de todos los constituyentes de la cadena agroalimentaria, desde granja hasta la mesa, en donde se deben garantizar las condiciones para la obtención de un producto de óptima calidad. (Calderón *et al*., 2006).

La inocuidad de los alimentos es un concepto inherente a la seguridad alimentaria, y está relacionada con muchos aspectos de las tecnologías de producción agrícola, manipulación y elaboración de alimentos, constituyendo una importante prioridad política en todo el mundo (Rodríguez y Hernández, 2004; González y Palomino, 2012).

La calidad e inocuidad abarca atributos positivos, como su origen, color, aroma, textura y métodos de elaboración de los alimentos, sin embargo, también tiene atributos negativos como el estado de descomposición, contaminación, decoloración y olores desagradables (Barrantes y Achí, 2011).

El objetivo de esta investigación fue la realización microbiológica del grano de frijol Flor de Mayo Dolores, harina de cotiledón de frijol Flor de Mayo Dolores y al extruido de cotiledón de frijol Flor de Mayo Dolores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se enviaron 50 g de muestra de grano de frijol (Figura 1) de un productor de Zacatecas, harina de cotiledón (Figura 2) y 100 g de extruido de cotiledón de frijol (Figura 3) de la planta piloto del Campo Experimental Zacatecas del INIFAP.

Figura 1. Grano de frijol

Figura 2. Harina de cotiledón

Figura 3. Extruido de cotiledón

Análisis microbiológico

Se le determinó la inocuidad al grano de frijol, harina de cotiledón y al extruido de cotiledón del frijol Flor de Mayo Dolores, el análisis microbiológico consistió en el recuento bacteriano de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de coliformes totales y fecales (CT y CF), mesofílos aerobios y psicrófilos, hongos y levaduras e identificación de bacterias patógenas en base en la NOM-247-SSA1-2008. Se pesó 10 g de cada muestra vertiéndose en un frasco con 90 mL de caldo lactosado. Posteriormente se hicieron diluciones en tubos con 9 mL de solución salina al $1x10^{-1}$, $1x10^{-2}$ y $1x10^{-3}$. Se tomó 1 mL de muestra y se depositó en las cajas Petri, vertiéndole a las cajas con muestra los medios cultivo el Agar Método Estándar, Agar Rojo Bilis Violeta (ARBV), incubándose a 35 y 4 °C para los mesofílicos, y a 35 y 42°C para coliformes totales y fecales respectivamente. Para determinar la presencia de hongos y levaduras, se distribuyeron de cada muestra en cinco puntos en las cajas con el medio de Agar Dextrosa de Papa (PDA), incubándose a temperatura de 28°C y 4 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grano de frijol Flor de Mayo Dolores

Se llevó a cabo el recuento de microorganismos en UFC de CT, CF, mesófilos aerobios y psicrófilos, hongos, levaduras e identificación de bacterias (Cuadro 1).

Cuadro 1. Recuento de microorganismos en el grano de frijol en UFC.

	CT	CF	Mesófilos	Psicrófilos	Hongos	Levaduras	Bacteria identificada
Grano de frijol	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Ausente= 0 UFC/g

Los resultados obtenidos del grano de frijol Flor de Mayo Dolores muestra ausencia de microorganismos, esto se adjudica también al buen lavado del grano de frijol y que aplicaron correctamente las buenas prácticas de manufactura e higiene, hasta la fecha no existe una norma específica para evaluar la inocuidad y calidad microbiológica del grano de frijol proveniente del campo. Sin embargo, los granos de frijol pueden ser un medio de transporte para bacterias patógenas de origen fúngico, viral, bacteriano e inclusive de nematodos (Montoya y Castaño, 2009).

Harina de cotiledón Flor de Mayo Dolores

La evaluación de la inocuidad de la harina de cotiledón se muestra en el Cuadro 2, en donde se observa el recuento de microorganismos en UFC de CT, CF, mesófilos aerobios y psicrófilos hongos, levaduras e identificación de bacterias.

Cuadro 2. Recuento de microorganismos en el grano de frijol en UFC.

	CT	CF	Mesófilos	Psicrófilos	Hongos	Levaduras	Bacteria identificada
Harina de cotiledón	980*	450	1,400	0	0	300	*E. coli* y *Klebsiella* spp.
NOM-247-SSA1-2008	NA	NA	50,000	NA	300	NA	NA

*UFC/g; NOM-247-SSA1-2008: tomando como referencia la harina de trigo, sémolas o semolinas; NA: No aplica.

Los resultados obtenidos están dentro de la norma NOM-247-SSA1-2008, (comparándose las similitudes del grano y el proceso al cual son sometidas el grano para la obtención de las harinas, ya que no existe aún alguna norma que especifique la harina de frijol), sin embargo, es importante realizarle estos tipos de análisis, ya que el frijol está en contacto con el suelo y el agua con la que se regó este cultivo pudo ser con agua de noria, tratada o con aguas negras, lo cual puede tener esta clase de microorganismo y si no se tiene las buenas prácticas de manufactura o higiene durante la obtención, esta harina puede estar contaminada. Además, es bien sabido que generalmente en los lugares con actividad agrícola también se práctica la ganadería, el ganado defeca en el campo, las haces se secan y llegan hasta las fuentes de agua o al suelo; esto lo contamina, y está contaminación puede llegar hasta los cultivos de frijol u otros cultivos (Isidro, 2015). En este caso, con los resultados obtenidos de la harina de cotiledón para CT, CF, mesofílos y levaduras, evidencian que hubo una mala manipulación al momento de obtener esta harina.

Al salir los resultados positivos para bacterias en las cajas Petri con medios de cultivos de Salmonella-Shigella y MacConkey, se procedió a la identificación por medio de bioquímicas de las colonias aisladas, encontrándose *Klebsiella* spp y *E. coli*, esta última bacteria puede ocasionar diarrea con sangre, conocida como diarrea o colitis enterohemorrágica, lo que lleva una deshidratación grave al individuo (The Center for Food Security & Public Health, 2009).

Extruido de cotiledón de frijol Flor de Mayo Dolores

La evaluación de la inocuidad del extruido de cotiledón se muestra en el Cuadro 3, en donde se observa el recuento de microorganismos en UFC de CT, CF, mesófilos aerobios y psicrófilos, hongos, levaduras e identificación de bacterias.

Cuadro 3. Recuento de microorganismos en el grano de frijol en UFC.

	CT	CF	Mesófilos	Psicrófilos	Hongos	Levaduras	Bacteria identificada
Extruido de cotiledón	0	0	340*	100	20	20	Ausente
NOM-247-SSA1-2008	<30	NA	10,000	NA	300	NA	Salmonella Negativa

*UFC/g; NOM-247-SSA1-2008: tomando como referencia alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas; NA: No aplica.

En el Cuadro 3 se observan los resultados obtenidos del extruido de cotiledón indicándonos que están dentro de la norma NOM-247-SSA1-2008 (tomando como referencia alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas).

Sin embargo, los microorganismos mesófilos aerobios y psicrófilos se usan generalmente como indicadores de contaminación por falta de las buenas prácticas de manufactura e higiene durante la elaboración o preparación de los alimentos, ya que son muy susceptibles a altas o bajas temperaturas (Pelczar *et al*., 1982).

A los dos días hubo crecimiento de hongos y levaduras en nuestro extruido de cotiledón, un estudio realizado por Castro *et al*., (2012) trabajó con dos tipos de panes elaborados artesanalmente: pan ranchero y sema; dando como resultado en el pan ranchero sin conservadores ausencia de mesofílicos aerobios, coliformes totales, y con respecto para hongos y levaduras aparecieron en el tercer día, por lo que su vida de anaquel fue de tres días, el pan ranchero con propionato de sodio dio como resultado ausencia de mesofílicos aerobios, coliformes totales y para hongos y levaduras hasta el séptimo día hubo crecimiento, por lo que su vida de anaquel fue de siete días.

CONCLUSIONES

En esta investigación, el grano de frijol Flor de Mayo Dolores como materia prima se puede usar para el desarrollo de nuevos productos.

La harina de cotiledón Flor de Mayo Dolores, se encontraron bacterias patógenas como *E. coli*, sin embargo, en el extruido de cotiledón no hubo presencia de ningún tipo de bacterias.

Este extruido de cotiledón Flor de Mayo Dolores estando dentro de la NOM-247-SSA1-2008 (tomada como referencia), se puede recomendar para desarrollar pastas combinada con otros tipos de harinas.

Agradecimiento

Estos resultados son parte del proyecto “Aprovechamiento agroindustrial de cotiledones de una variedad de frijol común” financiado por INIFAP.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila, F.A. 2004. Manual de Manejo Higiénico de los Alimentos. Secretaría de Turismo: http://sectur.gob.mx/es/sectur/sect_Manuales_disponibles.

Barrantes, K. & Achí, R. 2011. Calidad microbiológica y análisis de patógenos (Shigella y Salmonella) en lechuga. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología. 31:31-36.

Calderón, A., García, F. & Martínez, G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Programa Nacional de Salud Animal, Corpoica-Ceisa. Bogotá, Colombia. Programa. Regional Pecuario, Corpoica, Turipaná, Montería, Colombia.

Castro, L.M., Espinosa, V.S. & Aguayo, R.J. 2012. Determinación de la vida de anaquel de pan elaborado artesanalmente sin y con la adición de propionato de sodio. RESPYN. Edición especial.

Castro, K. & Salgado, M. T. 2007. Importancia de las Buenas Prácticas de Manufactura en cafeterías y restaurantes. Vector, 2, 33-40.

Cervantes, L., Chalte, A., & Tapia, K. 2008. Enfermedades transmitidas por alimentos ETA's. http://basica.sep.gob.mx/tiempocompleto/pdf/alimentacion/ETAs_SEP_2008.pdf.

González, M.Y. & Palomino, C.C. 2012. Acciones para la gestión de la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos en un restaurante con servicio bufet. Rev. Gerenc. Polit. Salud. 11(22):123-40.

González, T., & Rojas, R. 2005. Enfermedades transmitidas por alimentos y PCR: prevención y diagnóstico. Scielo, 47(5), 388-390.

Helms, M., Simonsen, J. & Molbak, K. 2006. Foodborne bacterial infection and hospitalization. ClinInfectDis. 42: 498-506.

Isidro, R.L.M. 2015. Evaluación de la inocuidad y vida de anaquel de un bísquet elaborado a base de harina de frijol (Phaseolus vulgars L.), tesis de maestría.

Montoya, E.C.N. & Castaño, Z.J. 2009. Microorganismos asociados con granos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Cargamanto blanco. Diagnóstico de enfermedades de plantas de origen biótico, p. 25.

Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008. Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.

Pelczar, M.J., Reid, R.D. & Chan E.C.S. 1982. Microbiología, segunda edición, p. 95.

Raftari, M., Azizi, F. J., Adbularmir, A.S., Son, R., Sekawi, Z. & Fatimah, A.B. 2009. Effect of Organic Acids on Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus Contaminated Meat. The Open Microbiology Journal; 3, 121-127.

Red de Sociedades Científicas Médicas de Venezuela. 2010. Prevención de enfermedades transmitidas por alimentos. http://www.rscmv.org.ve/pdf/alimentos.pdf.

Rodríguez, L.D. & Hernández, M. 2006. Molecular methodology in food microbiology diagnostics: trends and current challenges. IUFoST. 1085-99. doi:10.1051/IUFoST:20060643.

The Center for Food Security & Public Health. 2009. E. Coli enterohemorrágica. Iowa State University.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE NIEVE DE GARRAFA DE SABOR FRESA Y COCO ELABORADA CON LECHE DE CABRA PASTEURIZADA

Isidro-Requejo, Luis Maconetzín*; Torres-Hernandez, Damian; Reyes-González, Arturo

[1]CELALA-INIFAP. Blvd. José Santos Valdez, No. 1200 Pte. Col. Centro C.P. 27445, Matamoros, Coah.
*isidro.luis@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Para las industrias alimentarias en todo el mundo, la inocuidad de los productos debe ser la propiedad máxima. Que un alimento sea inocuo, debe de ser un requisito no escrito, pero que debe estar incluido en muchas de las especificaciones de los clientes. Esto tiene que ser evidente y no es negociable, a diferencia de otras características del producto como el aspecto, sabor y costos. Los consumidores demandan y confían en que la inocuidad esté presente en todo tipo de alimento, sea manufacturado, tratado con mínimo proceso, o fresco, y la industria alimentaria tiene la responsabilidad legal y moral de cumplir con estas expectativas (Arispe & Tapia, 2007).

Los alimentos vendidos en la vía pública son una fuente importante de ingresos para algunos sectores pobres del área urbana, siendo estos alimentos y bebidas listas para consumirse al instante, que son vendidos por comerciantes ambulantes o establecimientos fijos en las calles y otros sitos similares. Estos alimentos representan un gran potencial de ocasionar serios brotes de intoxicación alimentaria por contaminación microbiológica vendidos en estos establecimientos en la vía pública, en la actualidad son una amenaza para el consumidor, esto se le atribuye por la contaminación directa o indirecta durante la preparación, cocción, almacenamiento o manipulación de los alimentos, tanto en los hogares en que se fabrican, como en los sitios en que se venden, siendo esto uno de los principales problemas. La ignorancia de los vendedores ambulantes sobre las causas de las enfermedades de origen alimentario, sigue siendo un factor muy importante de riesgo que no se puede obviar. El acceso inadecuado a las redes de agua potable y la eliminación de los desechos aumentan los riesgos para la salud pública (Valera & Cruz, 2014; Arias *et al*., 1990).

Las enfermedades transmitidas por los alimentos, representan uno de los principales problemas que originan alteraciones en la salud del público. En diferentes décadas se han reportado brotes epidémicos en los que han estado involucrados los helados, entre los que destacan como agentes etiológicos: *Salmonella, Campylobacter*, *Listeria*, *Yersinia* y *Staphylococcus aureus*, entre otros, conservar la leche recién ordeñada a ~ 4 °C permite mantener estable la

carga bacteriana (Rosales & Díaz, 2006). Los microorganismos (moo´s) en la leche tienen varias orientaciones. Unos son benéficos por las trasformaciones que producen y otros perjudiciales, su control presenta aspectos sanitarios y comerciales. Existen grupos de moo´s que son tomados como indicadores en la industria láctea, su presencia permitirá comprobar el cumplimiento de la aplicación de las buenas prácticas de higiene durante su elaboración. Los moo´s indicadores son: bacterias aeróbicas mesofílicas, coliformes totales y fecales, enterobacterias totales y enterococos (Díaz *et al.,* 2008).

La Región Lagunera es una de las principales zonas, productora de leche de cabra de México. El sistema de producción se divide en tecnificado y artesanal, siendo este último el imperante en la Comarca Lagunera (SAGARPA, 2015). El exceso de intermediarios promueve el desencanto y las escasas ganancias de los productores, por lo que se requieren nuevas alternativas de comercialización y el desarrollo de nuevos productos (Olhagaray & Espinoza, 2007).

La leche de cabra ha sido utilizada exitosamente en personas alérgicas a las proteínas de la leche de vaca. La presencia de ácidos grasos de cadena media como el cáprico y el caprílico, le confieren a la leche de cabra propiedades funcionales que mejoran la inflamación intestinal y algunos desórdenes de absorción de nutrientes. Además, la leche de cabra es más digestible que la de vaca, debido al menor tamaño de sus glóbulos grasos, Ello aumenta el área de exposición al ataque de las lipasas digestivas (Saif *et al*., 2004). La nieve de leche de cabra es un producto batido constituido por burbujas de aire limitadas por gruesas películas de una mezcla uniforme de proteínas, azúcares, sales y otros componentes, así como de grasa emulsionada en pequeños cristales de hielo (Hernández *et al.,*2010). Los helados o nieve se definen como un alimento de sabor dulce que se consume en estado congelado. Además de agua y azúcar, contienen componentes lácteos, frutas y otros aditivos sápidos, sustancias aromáticas y colorantes (Madrid & Cenzano, 2003).

En base a la Norma Oficial Mexicana, cualquier helado, paleta o nieve producido mediante la congelación “con o sin agitación” de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos pudiendo contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos alimentarios, cuya presentación pueden ser empalillada o de cualquier otro tipo (NOM-036-SSA1-1993).

Las características mencionadas hacen de la leche de cabra un ingrediente idóneo para la elaboración de nieves dirigidas a poblaciones infantiles y de la tercera edad. El objetivo de este

trabajo de investigación fue la evaluación de la calidad sanitaria de la nieve de garrafa de fresa y coco elaborada con leche de cabra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollaron dos formulaciones diferentes en sabor fresa y sabor coco (Cuadro 1), a las cuales se realizaron los análisis de Coliformes totales y fecales de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana para nieves y helados (NOM-036-SSA1-1993); a la leche cruda de cabra, leche pasteurizada, mezcla antes de colocar en la garrafa y a la nieve elaborada. Para pasteurizar la leche de cabra se siguió el procedimiento de pasteurización lenta, recomendado por la Norma Oficial Mexicana (NOM-091-SSA1-1994). Se elaboraron por duplicado las nieves en sabor fresa y coco en diferentes fechas conservándose a – 20°C.

Cuadro 1. Formulaciones de nieve de sabor fresa y coco.

Nieve de Fresa		**Nieve de Coco**	
Componente	**Porcentaje %**	**Componente**	**Porcentaje %**
Leche pasteurizada de cabra	74.5	Leche pasteurizada de cabra	77.5
Fresa natural picada	8.4	Coco deshidratado rallado	5
Extracto de fresa	1.07	Extracto de coco	0.05
Extracto de Vainilla	0.08	Extracto de Vainilla	0.05
Fécula de maíz	1.15	Fécula de maíz	1.4
Azúcar estándar	14.8	Azúcar estándar	16

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadro 2 y 3 se muestran los recuentos microbiológicos de las nieves de garrafa en unidades formadoras de colonias por mililitro de muestra (UFC mL-1) de coliformes totales (CT) y fecales (CF), así como de la leche cruda de cabra, leche pasteurizada y mezclas para la nieve, este alimento se elaboró en el Laboratorio de Lácteos del INIFAP-Campo Experimental la Laguna.

La nieve de fresa de la primera elaboración presento mayor recuento de Coliformes totales y fecales con respecto a la segunda elaboración de nieve, lo anterior pudo deberse a la implementación de las buenas prácticas de higiene durante el lavado y desinfección de la fresa adicionada. Aun así, en la segunda elaboración presenta recuentos mayores a lo establecido en la NOM-036-SSA1-1993 que permite cuentas de hasta 10 UFC g^{-1} de Coliformes totales. Se observa que la nieve sabor coco se encuentra dentro de lo establecido por la NOM-036-SSA1-

1993 para Coliformes totales, la presencia de Coliformes totales se debe a la mala manipulación de la nieve debiéndose introducir mejoras en el procesamiento y almacenamiento de la nieve.

Cuadro 2. Recuento de CT y CF de la primera elaboración de nieve.

	Nieve de coco		Nieve de fresa	
Muestras	**CT**	**CF**	**CT**	**CF**
Leche cruda de cabra	500	500	500	500
Leche Pasteurizada	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Mezcla sabor fresa	---	---	500	500
Mezcla sabor coco	Ausentes	Ausentes	---	---
Nieve coco	9	Ausentes	---	---
Nieve fresa	---	---	500	500

*UFC mL-1; ausentes: 0 UFC mL-1

Cuadro3. Recuento de CT yCF de la segunda elaboración de nieve.

	Nieve de coco		Nieve de fresa	
Muestras	**CT**	**CF**	**CT**	**CF**
Leche cruda de cabra	500	500	500	500
Leche Pasteurizada	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
Mezcla sabor fresa	---	---	19	0
Mezcla sabor coco	0	0	---	---
Nieve coco	5	0	---	---
Nieve fresa	---	---	21	0

*UFC mL-1; ausentes: 0 UFC mL-1

Se detectó la presencia de Coliformes fecales (*Escherichia coli*) en la leche de cabra cruda, en la mezcla sabor fresa y en la nieve de fresa de la primera elaboración, sin embargo, cabe resaltar que en la NOM-036-SSA1-1993 no indica parámetros para Coliformes fecales. Por otro lado, se puede destacar la eficiencia de la pasteurización al disminuir el crecimiento de Coliformes totales y fecales.

Un trabajo realizado por Hernández *et al*., 2011, muestreo helados con cajeta, licuados de fresa y nieve a base de leche con mango, de las principales plazas de la cuidad de Lerdo, Durango; México, obteniendo como resultados en la nieve de cajeta un recuento de UFC de 352 en CT y 1 UFC en CF, en el licuado de fresa 275 UFC en CT y 1 UFC en CF, para la nieve a base de

leche con mango fue de 238 UFC en CT y o en CF, encontrándose *E. coli*, saliendo negativo en la nieve a base de leche con mango. Esto nos evidencia, que a pesar de conservar nuestros alimentos a -20°C o entre 0 y 4°C hay presencia de microorganismo.

CONCLUSIONES

En base a los resultados, se recomienda la implementación de las Buenas Prácticas de Higiene y Manufactura durante la elaboración, manipulación y almacenamiento, para obtener un alimento inocuo como lo es la nieve de garrafa elaborada con leche de cabra y que no presente ningún riesgo a la salud del consumidor.

IMPLICACIONES

La nieve hecha con leche de cabra es una alternativa atractiva para los niños y otros consumidores, debido al valor nutricional de la leche a su “anti-alergenicidad” y al aspecto cremoso que imparte los glóbulos de grasa pequeños que le confieren una textura más suave y permite que se funda mejor en la boca.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento al INIFAP por los recursos, que estos resultados son parte del proyecto “Análisis de mercado y comercialización de leche y subproductos generados con valor agregado en el sistema de producción caprina en la Región Lagunera”.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, E.M.L. Antillón, G.F. & Montoya, Ch.A. 1990. Análisis bacteriológico de helados, quesos y empandas de venta ambulante. Departamento de Microbiología e Inmunología. Facultad de Microbiología. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Arispe, I. & Tapia, M.S. 2007. Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud del consumidor. Agroalim. v. 12 n. 24. Agroalimentaria ISSN 1316-0354, versión impresa.

Díaz, Z.A., Arias, M.L., Aycachi, I.R., Chafloque, M.A.M. & Culqui, L.L. 2008. Análisis microbiológico de leche, quesos y helados a base de lácteos. Microbiología de los Alimentos II.

Hernández, S., Eryck, H.L.R., Hernández, O.E., Huerta, C.E., Méndez, G.F., Bolaños, A.E.N. & Guzmán, V.I. 2010. Productos no tradicionales de la leche de cabra: helados y yogurt. Foro Ganadería lechera de la zona alta de Veracruz. 1-11.

Norma Oficial Mexicana. NOM-036-SSA1-1993. Bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones sanitarias.

Norma Oficial Mexicana. NOM-091-SSA1-1994. Bienes y servicios. Leche pasteurizada de vaca. Disposiciones y especificaciones sanitarias.

Olhagaray, R.E.C. & Espinoza, A.J.J. 2007. Producción y comercialización de la leche de cabra en el GGAVTT-INIFAP “Juan E. García” del municipio de Lerdo Dgo. México. Revista Mexicana de Agronegocios; 20: 308-313.

Rosales, Y. & Díaz, C. 2006. Evaluación de la calidad microbiológica de helados caseros en Mérida / Venezuela, RESPYN 7:3.

Saif, S.M.H., Lan, Y. & Wang, S. 2004. Rheological properties of goat milk products. In: ASAE Annual Meeting, p. 046028

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 Durango – Coahuila.

Madrid, V. A. & Cenzano, I. 2003. Helados: elaboración, análisis y control de calidad. Mundiprensa, España.

Valera, J. & Cruz, A. 2014. Características de la venta de alimentos de la vía pública. Disponible en: www.caribbeannewsdigital.com/noticia/caracteristicas-de-la-venta-de-alimentos-de-la-publica.

CALIDAD DE PÉLETS ELABORADOS MEDIANTE LA DENSIFICACIÓN DE MATERIAL LIGNOCELULÓSICO DE MARALFALFA PRODUCIDA EN DURANGO

Julio César Ríos Saucedo[1*], Rigoberto Rosales Serna[1], Rafael Jiménez Ocampo[1] y Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1] y Artemio Carrillo Parra[2].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2]Universidad Juárez del Estado de Durango-Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Boulevard del Guadiana Núm. 501. Ciudad Universitaria. C. P. 34120.
*rios.julio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La maralfalfa (*Pennisetum* spp.) es una especie originaria de Colombia e introducida en Durango para la producción de forraje, principalmente para el ganado bovino. Esta especie, cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables, tiene el potencial para producir 240 toneladas de biomasa verde y 40 t de biomasa seca en un periodo de tres meses en una superficie de una ha (Jiménez *et al*., 2014). Sin embargo, su calidad nutricional se reduce al incrementar el rendimiento de biomasa en etapas avanzadas del desarrollo de la maralfalfa, esto debido a la reducción del contenido de proteína y al incremento de la proporción lignocelulósica (Fibra en Detergente Neutro, Fibra en Detergente Ácido, celulosa, hemicelulosa y lignina) (CITAS). Por ello, se recomendó realizar el corte del forraje antes de 90 días después del rebrote, con la finalidad de favorecer el incremento en el contenido de proteína, aunque también se redujo el rendimiento. Otro inconveniente observado en la maralfalfa fue el exceso de agua en el forraje (> 80 %), lo que dificultó el proceso de ensilaje, principal método de conservación del forraje en Durango. Las dificultades en el manejo de la maralfalfa para la producción de forraje ocasionó que diferentes plantaciones fueran abandonadas y posteriormente utilizadas para el cultivo de maíz (CITAS).

La maralfalfa puede ser aprovechada en la elaboración de biocombustibles líquidos (etanol) y sólidos (pélets y pélets torrefactados) debido a su alta productividad. La densificación para la elaboración de pélets es una de las opciones más viables. Sin embargo se requiere realizar evaluaciones para determinar la calidad de la biomasa y de los pélets. Los análisis estudios requeridos son los análisis inmediatos (contenido de humedad, cenizas, volátiles totales y carbono fijo). Los resultados determinarán la factibilidad técnica de su uso (Forero *et al*., 2012). Con base en lo anterior, el objetivo fue establecer el proceso de densificación para elaborar pélets y generar bioenergía a partir de biomasa obtenida con maralfalfa en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicadas 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. Se utilizó un lote de maralfalfa (*Pennisetum* spp.) de tres años, a este se le dio un corte de uniformización en abril de 2017 y luego se dejó crecer libremente a las plantas durante el ciclo primavera-verano. Las plantas sufrieron daño por helada, la cual fue causada por las temperaturas bajas que se registraron durante el invierno 2017-2018 y que provocaron que la planta se secara desde el ápice de los tallos y hasta la superficie del suelo. En enero de 2018, se cosecharon muestras para la determinación del rendimiento de biomasa en cinco puntos del lote (muestreo sistemático).

La parcela útil para la determinación del rendimiento fue de dos surcos de 5 m y 0.81 m de separación (8.1 m^2). Se cortaron las plantas a 10 cm de la superficie del suelo, se pesaron en una balanza electrónica con una precisión de 0.1 g y luego se introdujo una sub-muestra, de peso conocido, en una estufa de aire forzado a 60 ºC de temperatura hasta que se obtuvo peso constante. El peso seco obtenido se utilizó en la determinación de la materia seca en la sub-muestra, la cual se usó posteriormente para el cálculo de la biomasa seca total en cada una de las muestras obtenidas en campo.

En el aserradero San Mateo (Maderas y Materiales San Mateo S. A. de C. V.) se trituró la biomasa hasta obtener tres tamaños de partículas astilla, microastilla y aserrín, la cual se humedeció hasta alcanzar un 20 % de humedad y luego se peletizó en una máquina de fabricación EM-ES100. Los pélets fueron caracterizados física y mecánicamente en el laboratorio del área de Tecnología e Industria de la Madera (ISIMA-UJED). Entre las pruebas se incluyó la densidad a granel y densidad básica (UNE-EN 15103, Solid Biofuels-Determination of bulk density). El análisis inmediato incluyó la determinación del contenido de humedad, cenizas, compuestos volátiles y carbón fijo. El contenido de humedad se evaluó con base en la norma UNE-EN 14774-3 (2010) y el porcentaje de cenizas con el método UNE-EN 14775 (2010). El contenido de compuestos volátiles y carbón fijo, se evaluaron con base en la norma ASTM D 1762-84 (2001). Además, se determinó el poder calorífico con la bomba calorimétrica Parr 6400 ® (ASTM D 5865 11a).

La densidad a granel se determinó con base en la norma NORM M7135 y para la obtención del peso se usó una balanza con una precisión de 0.001 g, mientras que, para la evaluación del volumen se utilizó una probeta (Atuesta y Sierra, 2015).

Después de evaluar el volumen desplazado de agua, las muestras fueron colocadas en bolsas de papel rotuladas y se colocaron en la estufa de aire forzado, a una temperatura de 105 °C, para su secado hasta peso constante. El peso seco (anhidro) se obtuvo, en una balanza electrónica (precisión 0.001 g), inmediatamente después de la extracción de las muestras de la estufa, para evitar la absorción de humedad ambiental y alteración del peso seco. La densidad básica de la madera correspondió al cociente entre el peso seco (anhidro) y volumen saturado de cada muestra de pélets, lo cual se obtuvo con la ecuación siguiente:

Donde: *Db* = Densidad básica (g cm^{-3}); *PS* = Peso seco (g) y *Vh* = Volumen saturado (cm^3).

La prueba de friabilidad se realizó en 20 pélets y consistió en arrojar cada pélet desde una altura de 1 m hacia un suelo cerámico y observar en cuantas partes se rompió (2, 3 o más partes) (ASTM D440-86, ratificada en 2002). Después, se calculó el valor de la friabilidad con la ecuación $FR = N_i/N_f$, donde: FR = friabilidad resultante (adimensional), N_i el número de pélets al inicio del ensayo y N_f es el número de pélets enteros al final del ensayo (Marcos y Camps, 2002; Soto y Núñez, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento promedio de biomasa húmeda alcanzó 128.0 t ha^{-1}, con fluctuaciones entre 66.1 y 237.3 t ha^{-1} (Cuadro 1). Los rendimientos de biomasa húmeda resultaron inferiores a los a los reportados por Jiménez *et al*. (2014) y Ortiz *et al*., (2016) cuyos valores fueron de 204.5 t ha^{-1} a 233.0 t ha^{-1} de forraje fresco en plantas de 90 a 100 días de edad. La reducción, se debió al corte de forraje con diferente nivel de humedad y problemas con las heladas en la etapa invernal lo que ocasionó pérdida de hojas y tallos secos. El rendimiento de materia seca se ubicó en 23.2 t ha^{-1}, con variaciones entre 13.2 y 44.3 t ha^{-1}. El promedio de rendimiento de biomasa seca resultó inferior a los valores de 35.9 t ha^{-1} y 39.0 t ha^{-1} reportados por Jiménez *et al*., (2014) y Ortiz *et al*., (2016), debido a las diferencias en el manejo agronómico y el momento de la realización del muestreo. No obstante a lo anterior, la maralfalfa representa una opción aceptable para la producción de biomasa, por lo que puede utilizarse como insumo para la elaboración de biocombustibles sólidos, como es el caso de los pélets.

Cuadro 1. Rendimiento de biomasa verde y seca observado en muestras de maralfalfa cosechadas en Durango. 2018.

Muestra	Rendimiento de Materia Verde (t ha^{-1})	Rendimiento de Materia Seca (t ha^{-1})
1	105.9	18.0
2	146.0	26.0
3	66.1	13.2
4	84.6	14.2
5	237.3	44.3
Promedio	128.0	23.2
Error Estándar	30.4	5.7

El contenido humedad fue inferior en los pélets de maralfalfa (6.5 %), en relación con el testigo comercial de pino (7.2 %). Ambos porcentajes resultaron altos al compararlos con los obtenidos en pélets de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) 3.23 % (Wibowo *et al*., 2017). La proporción de cenizas fue inferior en los pélets de maralfalfa (3.1 %), en relación con el testigo comercial de pino (3.5 %). En ambos casos, la proporción de cenizas fue inferior al registrado en otros estudios con pasto elefante, en los cuales se obtuvo un valor de 17.5 % (Wibowo *et al*., 2017). La proporción de compuestos volátiles totales fue inferior en los pélets de maralfalfa (77.3 %), en relación con los obtenidos con pino (91.9 %) y ambos resultaron superiores a los niveles registrados en otras investigaciones con pasto elefante, en los cuales se obtuvo 26.9 % de material volátil.

El carbón fijo fue alto (19.6 %) en los pélets de maralfalfa, en relación con los obtenidos a partir de pino (4.6 %). Los valores de carbón fijo fueron bajos en las dos especies evaluadas en comparación con los obtenidos en otras investigaciones, en las cuales se registró un nivel de 55.6 % (Wibowo *et al*., 2017). El poder calorífico de los pélets de maralfalfa fue inferior (16.6 MJ kg^{-1}), en relación con los valores registrados en pino (19.5 MJ kg^{-1}). El poder calorífico se situó en el intervalo obtenido en otros estudios con *Pennisetum* en los que se obtuvo un valor calorífico entre 15.15 y 22.9 MJ kg^{-1} (5,468.63 kcal kg^{-1}) (Quintero *et al*., 2014; Wibowo *et al*., 2017). Es necesario ajustar el proceso de elaboración de pélets de maralfalfa, para cumplir con la norma Ö-norma M7135 que muestra como valor mínimo 18 MJ kg^{-1} (Atuesta y Sierra, 2015).

La densidad a granel mostró un valor igual (0.7 g cm^{-3}) en los pélets de maralfalfa y el testigo comercial (pino), la cual resultó superior al requerimiento internacional (> 0.6 g cm^{-3}) y a la observada en otros estudios con gramíneas en las que registró un valor de 0.64 g cm^{-3} (Wibowo *et al*., 2017). La densidad básica mostró valores similares en los pélets de maralfalfa 1.5 g cm^{-3}

y el testigo comercial (pino). El procesamiento de la biomasa favoreció el incremento de la densidad básica, ya que se han observado valores entre 0.295 g cm^{-3} (cedro) hasta 0.502 g cm^{-3} (pino) (Tauro, 2013). El diámetro del pélet fue similar con 5.8 mm en maralfalfa y 5.7 mm en los pélets de pino, por lo que ambos incumplieron la recomendación de 6 a 8 mm (Kofman, 2007), aunque si se cumplió con la norma M7135-Ö (4 a 10 mm).

En el caso de la longitud del pélet se obtuvo un valor aceptable en maralfalfa 31.2 mm y pino, aunque en este último se registró un valor promedio de 26.7 mm (Atuesta y Sierra, 2015). La densidad de los pélets de pino fue mayor (19.5 g cm^{-3}), en comparación con los de maralfalfa, los cuales registraron 16.6 g cm^{-3} (Cuadro 3), aunque en ambos casos se incumplió con la norma M7135-Ö (Atuesta y Sierra, 2015).

Cuadro 2. Valores promedio observados para diferentes variables evaluadas en el análisis inmediato de pélets de maralfalfa y pino. Durango, 2018.

Pélet	Humedad (%)	Cenizas (%)	Volátiles (%)	Carbón Fijo (%)	[1]PCS (MJ kg^{-1})
Maralfalfa (n=9)	6.5±0.14	3.1±0.09	77.3±1.32	19.6±1.37	16.6±0.10
Pino (t) (n=3)	7.2±0.03	3.5±0.08	91.9±1.60	4.6±1.68	19.5±0.03

[1]PCE = Poder Calorífico Superior.

Cuadro 3. Valores promedio observados para diferentes variables de densidad y dimensiones evaluadas en pélets de maralfalfa y pino. Durango. 2018.

Pélet	Densidad a granel	Densidad Básica (g cm^3)	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Densidad (g cm^3)
Maralfalfa (n= 60)	0.7±0.008	1.5±0.16	5.8±0.05	31.2±2.50	16.6±0.10
Pino (t) (n=20)	0.7±0.001	1.4±0.13	5.7±0.04	26.7±2.36	19.5±0.03

El número medio de partes en las que se desintegraron los pélets fue inferior en maralfalfa (1.2), comparada con los de pino (2.4). De igual forma la pérdida de biomasa durante la prueba de friabilidad en los pélets de pino fue alta (41.6 %), en comparación con lo registrado en maralfalfa (18.1 %). La friabilidad fue baja en maralfalfa (2.2) en comparación con pino (20.0), donde prácticamente todos los pélets se desintegraron durante la prueba. La maralfalfa muestra posibilidades para su uso en la elaboración de pélets de calidad aceptable, únicamente se requiere la realización de pruebas para optimizar el proceso productivo.

Cuadro 4. Valores promedio observados para diferentes variables de friabilidad evaluadas en pélets de maralfalfa y pino. Durango, 2018.

Pélet	Núm. Partes	Pérdida de Biomasa (%)	Friabilidad
Maralfalfa (n= 60)	1.2±0.65	18.1±11.52	2.2±0.3
Pino (t) (n= 20)	2.4±0.47	41.6±8.47	20.0±0.3

CONCLUSIONES

El cultivo de maralfalfa representa una opción viable y sostenible para la obtención de biomasa. Sin embargo, es necesario ajustar el manejo agronómico para optimizar la producción de biomasa durante el verano. Los pélets elaborados de maralfalfa superaron en los elaborados con aserrín de pino y cumplieron con las normas internacionales de calidad del producto. Se requiere el establecimiento de un proceso que optimice la utilización de maralfalfa en la elaboración de pélets de calidad comercial y alcanzar el requerimiento mínimo para el poder calorífico.

AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del proyecto: “Opciones tecnológicas para el desarrollo integral y sostenible de la producción agropecuaria y forestal en Durango”, financiado con fondos fiscales INIFAP (Clave SIGI: 9573834038).

BIBLIOGRAFÍA

ASTM D 1762-84. 2001. Standard test method for Chemical analysis of wood charcoal. American Society for Testing and Materials. Philadelphia, USA. 2 p.

ASTM D 5865 11 a. Standard test method for gross calorific value of coal and coke.

Atuesta B., L. A. y F. E. Sierra V. 2015. Caracterización físico-química de pellets producidos a partir de mezclas 50/50 carbón bituminoso/madera residual. Informador Técnico (Colombia) junio 2015: 18-25.

Forero N., C. A., C. A. Guerrero F., P. E. Sierra V. 2012. Producción y uso de pellets de biomasa para la generación de energía térmica: una revisión a los modelos de gasificación. ITECKNE 9(1): 21-30.

INN (Instituto Nacional de Normalización). 1986. CCh 176/2. Madera.parte 2: Determinación de la densidad. INN. Santiago, Chile. 11 p.

Jiménez O., R.; P. A. Domínguez M.; R. Rosales S.; C. A. Nava B.; F. O. Carrete C. 2014. Rendimiento y calidad del forraje de maralfalfa. 1er. Congreso Internacional de Investigación Agropecuaria y Forestal. Edo. Méx. Méx.188-195.

Kofman, P. D. 2007. Simple ways to check Wood pellet quality. COFORD Connects Processing/Products No. 11. 2 p.

Manzo V., S., y J. Vargas H. 1997. Método empírico para estimar la densidad básica en muestras pequeñas de madera. Madera y Bosques 3(1):81-87.

Marcos, F., y M. Camps. 2002. Biocombustibles sólidos densificados. Mundiprensa. Madrid, España. 154 p.

NORM M7135. 2018. Pellets nach. Austria. Consultado en línea 28 de junio de 2018. https://www.pelletshome.com/pellets-oenorm.

Ortiz R., F., O. Reyes E., J. Herrera C., R. Rosales S., y R. Jiménez O. 2016. Rendimiento y calidad nutricional del forraje de maralfalfa obtenido en diferentes fechas de corte en Durango, México. AGROFAZ 16(1): 47-56.

Quintero B., Q. R., E. E. Silva L., V. Melian C. 2014. Cultivos energéticos para la generación de energía eléctrica. *In*: Rincón M., J. M. y E. E. Silva L. (eds.). Bioenergía: fuentes, conversión y sustentabilidad. Red Iberoamericana de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en Producción de Energía. Bogotá, Colombia. pp. 57-87.

Soto, G. y M. Núñez. 2008. Fabricación de pellets de carbonilla, usando aserrín de *Pinus radiata* (D. Don), como material aglomerante. Maderas. Ciencia y Tecnología 10(2): 129-137.

Tauro, R. J. 2013. Factibilidad técnica-económica de la producción de pellets con residuos de la industria forestal del estado de Veracruz. Tesis Maestría en Ingeniería Energética. Xalapa, Ver. 103 p.

UNE-EN 14774-3. 2010. Biocombustibles sólidos. Determinación del contenido de humedad. Consultado en línea 18 de enero de 2017. http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0045728#.WH_EN7GZNsM.

UNE-EN 14775. 2010. Biocombustibles sólidos. Método para la determinación del contenido de cenizas. Consultado en línea 18 de enero de 2017. http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0045971#.WH_JLbGZNsM.

UNE-EN 15103. 2010. Biocombustibles sólidos. Determinación de la densidad a granel.

Wibowo, S., D. P. O. Laia, M. Khotib, and G. Pari. 2017. Characterization of carbon pellets made from elephant grass (*Pennisetum purpureum* Scumach) mixed with Nyamplung Shell (*Calophyllum inophyllum* Linn.). Jurnal Penelitian Hasil Hutan 35(1): 73-82.

PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE PÉLETS DE *Eucalyptus globulus* Labill DE PLANTACIONES DENDORENERGÉTICAS EN DURANGO

Julio César Ríos Saucedo[1*], Rigoberto Rosales Serna[1], Rafael Jiménez Ocampo[1] y José Antonio Mijares[1] y Artemio Carrillo Parra[2].

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2]Universidad Juárez del Estado de Durango-Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Boulevard del Guadiana Núm. 501. Ciudad Universitaria. C. P. 34120.
*rios.julio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En México, se considera necesario producir biocombustibles para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y complementar el uso de los carburantes de origen fósil. El gobierno mexicano promueve la elaboración de biocombustibles, fomentando la seguridad alimenticia y el aprovechamiento eficiente de la materia prima derivada de las actividades agrícolas, forestales y pecuarias. Por ello, se requiere la selección y caracterización de especies vegetales que muestren uso ambiental eficiente, produzcan cantidades altas de biomasa, tengan potencial para ser utilizados como biocombustibles y favorezcan la sostenibilidad de la producción agropecuaria y forestal. La fuente más común de biomasa dendroenergética es el bosque templado y las áreas de matorral xerófilo, los cuales son ecosistemas que muestran grado alto de perturbación.

En México, la tasa de deforestación alcanza un promedio de 314 mil hectáreas anuales (FRA, 2005). La reducción de la cubierta forestal es uno de los problemas más preocupantes por su relación con el calentamiento global y ha sido ocasionada principalmente por la extracción de leña y cambio en el uso del suelo por actividades agrícolas y ganaderas. Se considera que cerca del 60 % de las zonas semiáridas de México presentan cierto nivel de deterioro, lo que afecta la productividad y biodiversidad de los sistemas productivos de los sectores agropecuario y forestal.

En Durango, se inició la evaluación de especies endémicas e introducidas para seleccionar las que muestren eficiencia alta en la producción de biomasa. El eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presentó una alta capacidad productiva en condiciones de vivero y en plantaciones experimentales; esto facilitará su uso en plantaciones forestales para la obtención de biomasa. La biomasa puede ser utilizada en la producción de biocombustibles sólidos, como pélets, briquetas y pélets torrefactados, con alto valor calorífico. Además, los residuos pueden utilizarse en la elaboración de abonos orgánicos, como la composta.

Las especies vegetales seleccionadas para la producción de biomasa dendroenergética deben evaluarse considerando su nivel productivo, utilidad industrial y potencial bioenergético. Esta última característica se relaciona con el nivel de cenizas, cantidad de compuestos volátiles, carbón fijo y poder calorífico superior. Cuando se pretenden densificar (elaborar pélets y briquetas) se considerará adicionalmente capacidad de compactación y dureza. La identificación de especies vegetales con rendimiento alto y útiles en la elaboración de biocombustibles reducirá la presión ejercida sobre diferentes ecosistemas de Durango. Además, se contribuirá a la generación de energía sostenible, conservación ambiental y al incremento del ingreso del productor en áreas marginales. El objetivo fue evaluar la productividad y establecer el proceso de densificación para elaborar pélets de biomasa obtenida con eucalipto cultivado en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

Se utilizó un lote de plantación establecido el 7 de julio de 2015, dentro de las instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Dichas instalaciones se ubican a los 23° 59' 08" N, 104° 37' 13" O y una altitud de 1,880 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 7.9 y es pobre en 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).

El lote usado en la plantación tiene 180 m de longitud y 30 m de ancho (5,400 m^2), la parcela experimental consistió de 25 plantas establecidas en hileras de 3 m de separación, 3 m de distancia entre plantas (225 m^2) y se consideró como parcela útil el núcleo consistente en nueve plantas. Adicional al eucalipto (*Eucalyptus globulus*) se consideró como testigo para comparar los resultados la especie de pino (*Pinus durangensis*). La plantación se estableció en condiciones de riego y se regó conforme a las condiciones meteorológicas y los requerimientos de las especies, con la finalidad de evitar el estrés hídrico drástico en las plantas. El control de la maleza se realizó mecánicamente (tractor) y se complementó con tres deshierbes manuales.

Colecta de material

En campo se evaluó la producción de biomasa en tres plantas tomadas al azar por parcela experimental y repetición (2). Las plantas se cortaron a 10 cm de la superficie del suelo y se pesaron en una balanza electrónica con una precisión de 0.1 g. Luego se introdujo una sub-muestra, de masa conocida, en una estufa de aire forzado a 60 ºC de temperatura hasta que se obtuvo peso constante. El peso seco obtenido se utilizó en la determinación de la materia seca en la sub-muestra, la cual se usó posteriormente para el cálculo de la biomasa seca total en cada una de las muestras obtenidas en campo. Los datos obtenidos se analizaron mediante el uso de estadística descriptiva (media y desviación estándar) para cada una de las especies incluidas en el estudio. Para el análisis de los datos experimentales se utilizó el programa de cómputo Excel versión 14.5.6®.

Elaboración de pélets

En el aserradero San Mateo (Maderas y Materiales San Mateo S. A. de C. V.) se trituró la biomasa logrando una mezcla de astilla, microastilla y aserrín, la cual se humedeció hasta alcanzar 20 % y luego se peletizó mecánicamente. Los pélets utilizados en el estudio se caracterizaron físico y mecánicamente en el laboratorio del área de tecnología e industria de la madera (ISIMA-UJED). Entre las pruebas se incluyó la densidad a granel y densidad básica (UNE-EN 15103). El análisis inmediato incluyó la determinación del contenido de humedad, cenizas, compuestos volátiles y carbón fijo. El contenido de humedad se evaluó con base en la norma UNE-EN 14774-3 (2010) y el porcentaje de cenizas con el método UNE-EN 14775 (2010). El contenido de compuestos volátiles y carbón fijo, se evaluaron con base en la norma ASTM D 1762-84 (2001). Además, se determinó el poder calorífico con la bomba calorimétrica (ASTM D 5865 11a).

La densidad a granel se determinó con base en la norma NORM M7135 y para la obtención del peso se uso una balanza con precisión de 0.001 g, mientras que, para la evaluación del volumen se utilizó un contenedor de acero inoxidable de 600 ml (Atuesta y Sierra, 2015). La densidad básica de cada pélet correspondió al cociente entre el peso seco (anhidro) y volumen, lo cual se obtuvo con la ecuación siguiente:

Donde: Db = Densidad básica (g cm^{-3}); PS = Peso seco (g) y Vh = Volumen (cm^3).

La prueba de friabilidad se realizó por duplicado en 20 pélets y consistió en arrojar cada uno de ellos, desde una altura de 1.8 m, hacia un suelo cerámico y observar en cuantas partes se rompió (2, 3 o más partes) (ASTM D440-86, ratificada en 2002). Después, se calculó el valor de

la friabilidad con la ecuación FR = N_i/N_f , donde: FR = friabilidad resultante (adimensional), N_i el número de pélets al inicio del ensayo y N_f es el número de pélets enteros al final del ensayo (Marcos y Camps, 2002; Soto y Núñez, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción promedio de biomasa total alcanzó 3.1 kg planta^{-1}, la producción de tallos fue de 0.7 kg planta^{-1} y 1.3 kg planta^{-1} en el caso de hojas (Cuadro 1). La producción de biomasa en eucalipto resultó superior a los niveles de pino, en donde se obtuvo una productividad de 0.6 kg planta^{-1} en árboles de 90 a 100 días después de la plantación. El eucalipto representa una opción aceptable para la producción de la biomasa en Durango, la cual puede utilizarse como insumo para la elaboración de biocombustibles sólidos, como es el caso de pélets.

Cuadro 1. Rendimiento de biomasa observado en diferentes órganos de plantas de eucalipto cosechadas en Durango. 2017.

	Biomasa (kg/planta)				
Especie	Tallos	Ramas	Hojas	Frutos	Total
[1]Eucalipto (n=6)	[2]0.7 ± 0.05	1.1 ± 0.12	1.3 ± 0.14	0.0 ± 0.0	3.1 ± 0.26
Pino (n=3)	0.2 ± 0.03	0.1 ± 0.01	0.3 ± 0.02	0.0 ± 0.0	0.6 ± 0.06

[1]*Eucalyptus globulus* y *Pinnus greggii*; [2]valores promedio ± error estándar de la media.

El contenido humedad fue menor en los pélets de eucalipto (5.6 %), en relación con el testigo comercial de pino (7.2 %). Los resultaron de ambos son altos al compararlos con pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) 3.2 % (Wibowo *et al*., 2017). La proporción de cenizas fue inferior en los pélets de eucalipto (3.1 %), en relación con pino (3.5 %). En ambos casos, la proporción de cenizas fue inferior al registrado en otros estudios con pasto elefante, en los cuales se obtuvo un valor de 17.5 % (Wibowo *et al*., 2017). El contenido bajo de ceniza es un atributo importante en los combustibles de calidad alta (Rojas y Barraza, 2007). La proporción de carbono fijo fue inferior en los pélets de eucalipto (80.0 %), en relación con los obtenidos con pino (91.9 %) y ambos resultaron superiores a los niveles registrados en pasto elefante, en el cual se obtuvo 55.6 % de carbón fijo. El nivel de material volátil fue alto (16.9 %) en los pélets de eucalipto, en relación con los obtenidos de pino (4.6 %). El material volátil fue bajo en las dos especies evaluadas en comparación con los obtenidos en otras investigaciones, en las cuales se registró

un nivel de 26.9 % (Wibowo *et al*., 2017). El eucalipto mostró nivel medio para el material volátil, lo que puede favorecer la calidad del combustible, ya que se ha observado que el aumento en la proporción de volátiles favorece el poder calorífico, aunque también aumenta la fragilidad del combustible (Carrillo *et al*., 2013)

El poder calorífico superior de los pélets de eucalipto (20.1 MJ kg^{-1}) fue mayor en relación con el valor registrado en pino (19.5 MJ kg^{-1}). El poder calorífico se situó en el intervalo obtenido en otros estudios con *Pennisetum* en los que se obtuvo un valor entre 15.2 y 22.9 MJ kg^{-1} (5,468.6 kcal kg^{-1}) (Quintero *et al*., 2014; Wibowo *et al*., 2017). Los pélets elaborados con eucalipto de plantaciones experimentales en Durango cumplieron con la norma de calidad Ö-norma M7135 que requiere en el poder calorífico un valor mínimo 18 MJ kg^{-1} (Atuesta y Sierra, 2015).

Cuadro 2. Valores promedio de las variables evaluadas del análisis inmediato de pélets de eucalipto y pino.

Especie	Humedad (%)	Cenizas (%)	Carbón Fijo (%)	Volátiles (%)	[1]PCS (MJ kg^{-1})
[2]Eucalipto (n=6)	[3]5.6±0.48	3.1±0.03	80.0±0.51	16.9±0.50	20.1±0.07
Pino (t) (n=3)	7.2±0.03	3.5±0.08	91.9±1.60	4.6±1.68	19.5±0.03

[1]PCS = Poder Calorífico Superior. [2]*Eucalyptus globulus* y *Pinnus greggii*; [3]valores promedio ± error estándar de la media.

La densidad a granel ambas especies mostraron valores similares, 0.6 g cm^{-3} en los pélets de eucalipto y 0.7 g cm^{-3} en los pélets de pino. La densidad en ambos casos cumplió con el requerimiento internacional mínimo (> 0.6 g cm^{-3}) y a la observada en otros estudios con gramíneas (Wibowo *et al*., 2017). La densidad básica mostró valores similares entre los pélets de eucalipto (1.2 g cm^{-3}) y pino (1.4 g cm^{-3}). El procesamiento de la biomasa incrementó la densidad básica, ya que se han observado valores entre 0.295 g/cm^3 (cedro) hasta 0.502 g/cm^3 (pino) (Tauro, 2013). El diámetro del pélet fue similar entre especies con 6.1 mm en eucalipto y 5.7 mm en los pélets de pino, por lo que ambos estuvieron cerca del límite inferior de la recomendación de 6 a 8 mm (Kofman, 2007), aunque se cumplió con la norma M7135-Ö (4 a 10 mm). En el caso de la longitud del pélet se obtuvo un valor aceptable en eucalipto 33.8 mm y pino, aunque en este último se registró un valor promedio de 26.7 mm (Atuesta y Sierra, 2015). Es necesario ajustar el proceso de elaboración de pélets de eucalipto, para cumplir con los parámetros internacionales de calidad.

La dureza determinada por el número medio de partes en las que se desintegraron los pélets al caer libremente de una altura de 1.8 m, fue mayor en eucalipto ya que se formaron en promedio

1.2 piezas en comparación con pino donde se formaron 2.4 piezas (Cuadro 4). Sin embargo la prueba de friabilidad demostró que los pélets eucalipto retuvieron un 18.9 % de biomasa en comparación con los. de pino que presentó un valor de 41.6 %. La friabilidad fue baja en eucalipto (2.2) en comparación con pino (20.0), donde prácticamente todos los pélets se desintegraron durante la prueba. El eucalipto muestra posibilidades para su uso en la elaboración de pélets de calidad aceptable, únicamente se requiere la realización de pruebas para optimizar el proceso productivo.

Cuadro 3. Valores promedio observados para diferentes variables de densidad y dimensión evaluadas en pélets de eucalipto y pino. Durango, 2018.

Pélet	Densidad a granel (g cm^{-3})	Densidad Básica (g cm^{-3})	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
[1]Eucalipto (n= 6, 40)	[2]0.6±0.01	1.2±0.02	6.1±0.01	33.8±0.62
Pino (t) (n=20)	0.7±0.001	1.4±0.13	5.7±0.04	26.7±2.3

[1]*Eucalyptus globulus* y *Pinnus durangensis*; [2]valores promedio ± error estándar de la media.

Cuadro 4. Valores promedio observados para diferentes variables de friabilidad evaluadas en pélets de maralfalfa y pino. Durango, 2018.

Pélet	Núm. Partes	Pérdida de Biomasa (%)	Friabilidad
[1]Eucalipto (n= 40)	[2]1.2±0.17	18.9±3.23	2.2±0.3
Pino (t) (n= 20)	2.4±0.47	41.6±8.47	20.0±0.3

[1]*Eucalyptus globulus* y *Pinnus durangensis*; [2]valores promedio ± error estándar de la media.

CONCLUSIONES

El eucalipto representa una opción viable y sostenible para la obtención de biomasa útil en la elaboración de pélets que son utilizados como biocombustibles sólidos. Los pélets de eucalipto superaron en algunos casos a los elaborados con aserrín de pino y cumplieron con algunas de las normas internacionales de calidad del producto. Se requiere el establecimiento de un proceso que optimice la utilización de eucalipto en la elaboración de pélets con valores aceptables para los parámetros de calidad aceptados internacionalmente.

AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del proyecto: “Opciones tecnológicas para el desarrollo integral y sostenible de la producción agropecuaria y forestal en Durango”, financiado con fondos fiscales INIFAP (Clave SIGI: 9573834038).

BIBLIOGRAFÍA

ASTM D1762-84. 2001. Standard test method for Chemical analysis of wood charcoal. American Society for Testing and Materials. Philadelphia, USA. 2 p.

ASTM D440-86. 2002. Standard test method of drop shatter test for coal. Consulted on line 29/07/2018. http://file.yizimg.com/175706/2011090909394804.pdf. Philadelphia, USA. 4 p.

ASTM D 5865. 2013. Standard test method for gross calorific value of coal and coke. Consulted on line 29/07/2018. Philadelphia, USA. 19 p.

Atuesta B., L. A. y F. E. Sierra V. 2015. Caracterización físico-química de pellets producidos a partir de mezclas 50/50 carbón bituminoso/madera residual. Informador Técnico junio 2015: 18-25.

Carrillo P., A., R. Foroughbakch P., y V. Bustamante G. 2013. Calidad del carbón de *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) M. C. Johnst. y *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby & J. W. Grimes elaborado en horno tipo fosa. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 4(17): 62-71.

FRA (Forest Resources Assessment Programme). 2004. Terms and definitions. Global Forest Resources Assessment Update 2005. Forestry Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 33 p.

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

INN (Instituto Nacional de Normalización). 1986. CCh 176/2. Madera.parte 2: Determinación de la densidad. INN. Santiago, Chile. 11 p.

Kofman, P. D. 2007. Simple ways to check Wood pellet quality. COFORD Connects Processing/Products No. 11. 2 p.

Manzo V., S., y J. Vargas H. 1997. Método empírico para estimar la densidad básica en muestras pequeñas de madera. Madera y Bosques 3(1):81-87.

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

Marcos, F., y M. Camps. 2002. Biocombustibles sólidos densificados. Mundiprensa. España. 154 p.

NORM M7135. 2018. Pellets nach. Austria. Consultado en línea 28 de junio de 2018. https://www.pelletshome.com/pellets-oenorm.

Quintero B., Q. R., E. E. Silva L., V. Melian C. 2014. Cultivos energéticos para la generación de energía eléctrica. *In*: Rincón M., J. M. y E. E. Silva L. (eds.). Bioenergía: fuentes, conversión y sustentabilidad. Red Iberoamericana de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en Producción de Energía. Bogotá, Colombia. pp. 57-87.

Rojas, A. F. y J. M. Barraza. 2008. Predicción de la desvolatilización de carbones pulverizados. DYNA 75(154): 113-122.

Soto, G. y M. Núñez. 2008. Fabricación de pellets de carbonilla, usando aserrín de *Pinus radiata* (D. Don), como material aglomerante. Maderas. Ciencia y Tecnología 10(2): 129-137.

Tauro, R. J. 2013. Factibilidad técnica-económica de la producción de pellets con residuos de la industria forestal del estado de Veracruz. Tesis Maestría en Ingeniería Energética. Xalapa, Ver. 103 p.

UNE-EN 14774-3. 2010. Biocombustibles sólidos. Determinación del contenido de humedad. Consultado en línea 18 de enero de 2017. http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0045728#.WH_EN7GZNsM.

UNE-EN 14775. 2010. Biocombustibles sólidos. Método para la determinación del contenido de cenizas. Consultado en línea 18 de enero de 2017. http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0045971#.WH_JLbGZNsM.

UNE-EN 15103. 2010. Biocombustibles sólidos. Determinación de la densidad a granel.

Wibowo, S., D. P. O. Laia, M. Khotib, and G. Pari. 2017. Characterization of carbon pellets made from elephant grass (*Pennisetum purpureum* Scumach) mixed with Nyamplung Shell (*Calophyllum inophyllum* Linn.). Jurnal Penelitian Hasil Hutan 35(1): 73-82.

DETERMINACIÓN DE CURVAS DE NIVEL PARA LA NIVELACIÓN DE UN PIVOTE CENTRAL MEDIANTE TOPOGRAFÍA DE PRECISIÓN

Enrique Miguel Valle[1*]; Carlos Miguel Ramos Cruz[2];

[1]Técnico auxiliar de Investigador del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Atmósfera (CENID-RASPA) del INIFAP. Canal Sacramento Km. 6.5. C.P. 35140. Gómez Palacios, Durango.
[2*]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31 Carretera Montemorelos-China. C. P. 67400. General Terán, Nuevo León.
*Email: quiquemiguel89@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En México, se destina un 80% del agua disponible a la agricultura, con eficiencia de uso de alrededor de 40% en los Distritos de Riego (Catalán *et al*., 2012) y 57% en las unidades de riego (Arreguín *et al*., 2010). Debido a lo anterior, existe un potencial grande de optimizar el agua en el país al incrementar su eficiencia de uso en la agricultura. Una de las alternativas es la tecnificación del riego la cual considera distintas técnicas y métodos eficientes como la transferencia y adopción de técnicas por los usuarios que permitan incrementar la eficiencia del agua (Catalán *et al*., 2014). Una de las tecnicas que ayudan a incrementar la eficiencia de distribución del agua de riego es la nivelación. Esta es una forma de acondicionamiento que consiste en la remoción de suelo de las partes altas, su acarreo y depósito en las partes bajas, con el fin dejar una superficie plana, que se ajuste hasta donde sea posible a las pendientes naturales del terreno, y que además facilite las labores agrícolas, especialmente el riego de los cultivos (Gallardo, 1987). Esta actividad es imprescindible en toda iniciación de siembra del cultivo que va a ser irrigado por cualquier método de riego. El principal criterio de la topografía es la selección de la pendiente que maximice la efectividad de un sistema de riego y que a la vez minimice el movimiento de suelo. La nivelación de terreno cada día está adquiriendo más importancia a nivel mundial debido a las diversas condiciones climáticas de sequía e inundación, y a las normas gubernamentales de conservación del agua (AGTRIMBLE, 2011).

Existen distintos equipos y métodos que facilitan la nivelación de los suelos agrícolas, entre ellos se encuentran la escrepa, sistema laser y muy recientemente los sistemas GPS utilizados en la agricultura de precisión (López *et al*., 2016). El objetivo del presente trabajo es establecer una metodologia para la nivelación de un pivote central, para incrementar la eficiencia del agua utilizada en la agricultura de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Comarca Lagunera un pivote central de 7 torres para irrigar 60 ha, localizado en las coordenadas 26° 19´ 34´´ latitud Norte y 102° 48 ´14´´ Longitud Oeste a una altitud promedio de 851 msnm. Las actividades para el levantamiento topográfico del pivote central se describen a continuación:

Colocación de Bancos de Nivel (BN) y Puntos de Ligue (PL): Se llama BN a un punto fijo, cuya elevación con respecto a otro punto de referencia es conocida. Generalmente, se utiliza como punto de partida en trabajos de nivelación (SAGARPA, 2014). Con la finalidad de tener puntos de referencia para la rectificación de la nivelación se establecieron cinco BN, estos se distribuyeron encada cuadrante y al centro del pivote. Como las coordenadas de la estación total son arbitrarias, fue necesario utilizar PL, estos se levantaron con el GPS Diferencial y se proyectaron en coordenadas UTM para la zona 13 N.

Ajuste de la Estación total: Para realizar las mediciones de manera adecuada se buscó un sitio donde no existieran obstáculos. El levantamiento topográfico se realizó con una estación total SOKKIA modelo SET-620K. Esta se instaló y se nivelo, una vez nivelada, se orientó al norte magnético a través de la brújula. En la configuración se asignó el nombre del proyecto, la altura de la estación con respecto al suelo, la altura de los prismas y se configuro como referencia inicial (punto cero) el norte magnético. Después de haber georreferenciado la estación, se procedió a tomar medidas altimétricas y planimetrías (Figura 1). Las medidas se realizaron a cada 20 m.

Figura 1. Configuración de la estación total

Descarga de datos de la Estación total: Consistió en descargar la información del levantamiento directamente a la computadora. Esto se realizó conectando el cable USB de la computadora a la estación y por medio de software SOKKIA Link ver 2.10, se descargó la información con formato xlsx. Los datos se ordenaron en columnas y se guardaron en formato TXT para la lectura en AutoCAD.

Generación de Curvas de Nivel: Una curva de nivel es una línea curva que se dibuja sobre un plano topográfico o se traza en el terreno al unir puntos con la misma cota. Se dibujan a una misma separación vertical consecutivamente, a esta separación se le conoce como: equidistancia vertical o intervalo entre curvas de nivel y varían de pendiendo de la finalidad del trabajo y del relieve del terreno (SAGARPA, 2014). La generación de las curvas se realizó con el software AutoCAD.

El plano de las curvas de nivel en AutoCAD se generó por medio del módulo CivilCAD, se importó el archivo de puntos con el formato nXYZ, que indica que la primera columna en el archivo contiene el número de punto y las coordenadas en el siguiente orden. Posteriormente, se genera una triangulación entre los puntos para trazar por interpolación las curvas de nivel a intervalos de 10 cm.

Replanteo: Este se define como la operación que tiene por objeto trasladar fielmente al terreno las dimensiones y formas indicadas en los planos que integran la documentación técnica del proyecto (González, 2010). En el estudio se realizó el replanteo para colocar señales (estacas) para que el tractorista posteriormente marcara los bordos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo de la nivelación es referir una serie de puntos en un mismo plano de comparación, con la finalidad de deducir los desniveles entre los puntos observados. Cuando dos puntos o más están a nivel se encuentran en las misma cota o elevación respecto al mismo plano de referencia, en caso contrario, existe un desnivel entre éstos (Cruz, 2009).

Con el mapa de curvas de nivel se observó que la pendiente natural del terreno fue mayor de 4 m en sentido vertical del pivote (Figura 2). Si la nivelación se realizara en cada torre a una pendiente de 0 % se tendría que mover en la parte más alta un promedio de 2.6 m de profundidad del suelo. El suelo del pivote tenía poca profundidad debido a que se encontraba a píe de cerro. El éxito de la nivelación se garantiza cuando se considera, además del método de

riego y las pendientes naturales del terreno, otros factores como el espesor de suelo disponible, la intensidad de la lluvia que podría causar erosión del suelo y la elevación de los canales y drenes (IMTA, 2010).

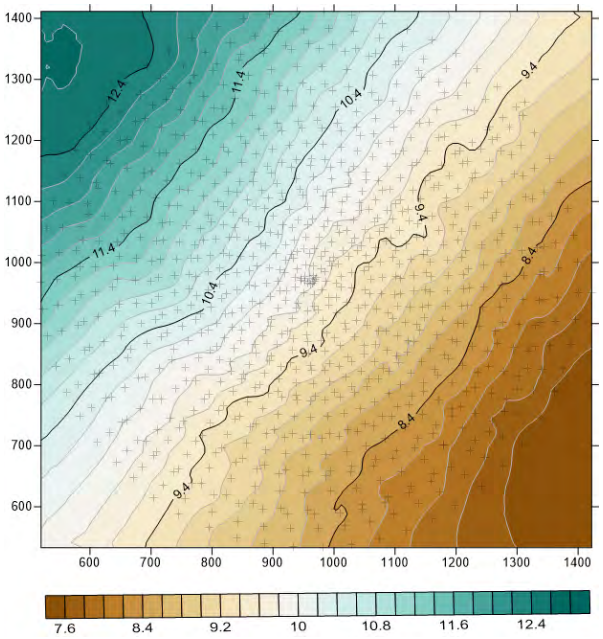


Figura1. Curvas de nivel

Para corregir los problemas de erosión del suelo y garantizar una distribución más uniforme del agua de riego del pivote se diseñó un sistema de bordos en relación a la pendiente natural del terreno. El pivote se dividió en cuatro cuadrantes y cada cuadrante de subdivido en 19. En total se realizaron 76 cuadrantes (Figura 3), estos se diseñaron desde el gabinete y posteriormente se replantearon en campo con la ayuda de la estación total. Para esto se utilizaron como referencia los PL colocados con el GPS diferencial y en cada inicio de bordo se colocó una referencia para que el tractorista la identificara y realizara el levantamiento de los bordos.

La función de los bordos es retener el agua y el suelo erosionado por el arrastré ocasionado por los escurrimientos de lluvia en la parte alta de los cerros. Así como, referencia para realizar la nivelación y evitar el menor movimiento de suelo (Laureda *et al*., 2016), lo cual implicaría mayor consumo de combustible por el tractor.

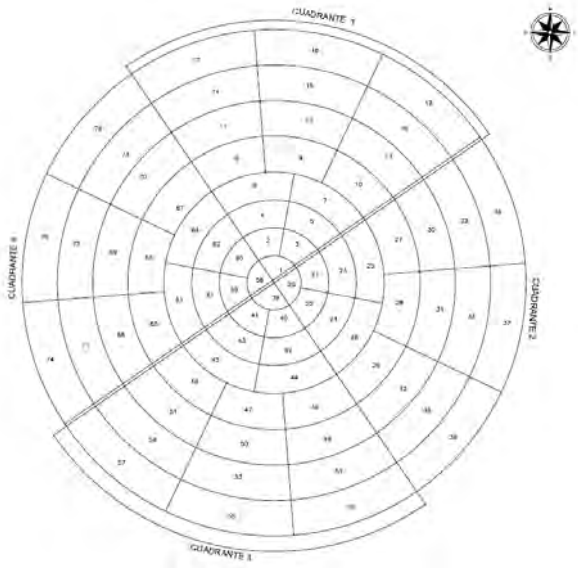


Figura 3. Diseño de topografía en pivote central

CONCLUSIONES

La topografía en la agricultura es importante ya que ayuda en la nivelación de tierras para tener una mayor eficiencia de distribución del agua de riego, en la medición de superficies, trazo de canales, drenes, la generación de niveles y pendientes. Con la nivelación de las parcelas agrícolas, además de ayudar a incrementar la eficiencia de distribución contribuye en el ahorro de agua de riego y por ende en la disminución del consumo de energía eléctrica utilizada para su extracción y conducción del agua.

BIBLIOGRAFÍA

Arreguín, F., Alcocer, V., Marengo, H., Cervantes, C., Albornoz, P., y Salinas, M. G. (2010). Los retos del agua. . *In* "El agua en México: Cauces y encauces" (B. Jiménez, M. L. Torregrosa and L. Aboites, eds.), Vol. 1er Edi., pp. 51-79. Comisión Nacional del Agua, México.

AGTRIMBLE (2011). Nivelación de terrenos. portafolio de productos agrícolas de TRIMBLE. TRIMBLE Ag Busuness Solutions.

Catalán, E., Villa, M., Inzunza, M., Román, A., y Delgado, G. (2014). "Asistencia técnica en línea para el pronóstico del riego en la región norte-centro de México." Centro de Nacional de Investigación Disciplinara en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. INIFAP, Gómez Palacio, Durango.

Catalán, E., Villa, M. M., Inzunza, M., Román, A., y González, J. (2012). Cálculo de demandas de agua y programación del riego de cultivos en Coahuila. *AGROFAZ* 12 (3); 123-131.

Cruz, N. (2009). Nivelación de suelos: Una tarea pendiente en el campo. AgroNOA. Campo, Información y Negocios.

Gallardo, I. (1987). Nivelación de suelos agrícolas. Una mejora permanente. *IPA Quilamapu* (32), 32-34.

González, A. (2010). "Lecciones de topografía y replanteos," Editorial Club Universitario Alicante, Alicante.

IMTA (2010). "Riego por gravedad." Instituto Mexicanio de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos, México.

Laureda, D., Botta, G., y Tolón, A. (2016). Compactación del suelo inducida por la maquinaria en campos de polo en Argentina. *Rev. FCA UNCUYO* 48 (1), 79-99.

López, G., Hernández, F., Gaona, B., Chévez, N., Castillo, J., y Ramírez, J. (2016). Evaluación de un equipo de nivelación de terrenos mediante GPS. *Revista Ingeniería Agrícola* 5 (4), 56-60.

SAGARPA (2014). "Topografía aplicada a obras COUSSA." Fichas Técnicas sobre Actividades del Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA). Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación., México.

SUPERVIVENCIA DE *Pinus greggii* ENGELM., EN UNA PLANTACIÓN FORESTAL COMERCIAL EN NUEVO IDEAL, DURANGO

Guzmán-Ortega A.[1]*, Goche-Télles J. R.[2], Prieto-Ruíz J. A. [2], Carrillo-Parra A.[3] y Vázquez-Cisneros I.[4]

[1]Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango.
*toy_forestal@hotmail.com
[2] Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango.
[3] Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Universidad Juárez del Estado de Durango.
[4] Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango.

INTRODUCCIÓN

En México, el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (PFC), tiene como objetivos principales producir materias primas (SEMARNAT, 2003), reactivar la economía, aumentar la captura de carbono y contrarrestar la presión sobre los bosques naturales (CONAFOR, 2018). Una de las especies utilizadas para este fin es *Pinus greggii*, la cual, como especie exótica ha mostrado altas tasas de supervivencia y crecimiento, al soportar condiciones desfavorables de suelo y humedad (Salazar *et al*., 1999). Sin embargo, la supervivencia en plantaciones puede ser afectada por factores genéticos, climáticos y de manejo (Fox, 2000). Algunos autores han estudiado la influencia de las condiciones edáficas sobre la supervivencia de *P. greggii* (Rodríguez-Laguna *et al*., 2012; De Anaya, 2017; Domínguez-Calleros *et al.*, 2017) y se ha encontrado que aún en extensiones pequeñas de terreno, puede haber variaciones en las características del suelo que pueden afectar la salud de los árboles (Pritchett, 1991).

Existe una gran cantidad de variables edafológicas que pueden influir en la supervivencia de *P. greggii* y que en ocasiones resulta difícil analizarlas en conjunto, sin embargo un análisis de componentes principales (ACP) pude representar una alternativa, ya que esta técnica simplifica el procedimiento al combinar las variables originales que mantienen correlación entre ellas, dando lugar a otras nuevas llamadas componentes principales. Con base a lo anterior, en el presente estudio se realizó un ACP con la intención de identificar aquellas variables del suelo que puedan tener mayor influencia sobre la supervivencia de *P. greggii* de ocho años de edad, en una PFC en Nuevo Ideal Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se localiza en el municipio de Nuevo Ideal, Dgo., sobre las coordenadas 24° 52′ 39″ N y 105° 05′ 58″ O (Figura 1). La plantación se realizó en julio de 2009 con planta de *P. greggii* var. *greggii* en una superficie de 9.2 ha, con un espaciamiento de 1.5 m entre plantas y 3.0 m entre hileras, dando una densidad de 2,222 plantas ha^{-1}.

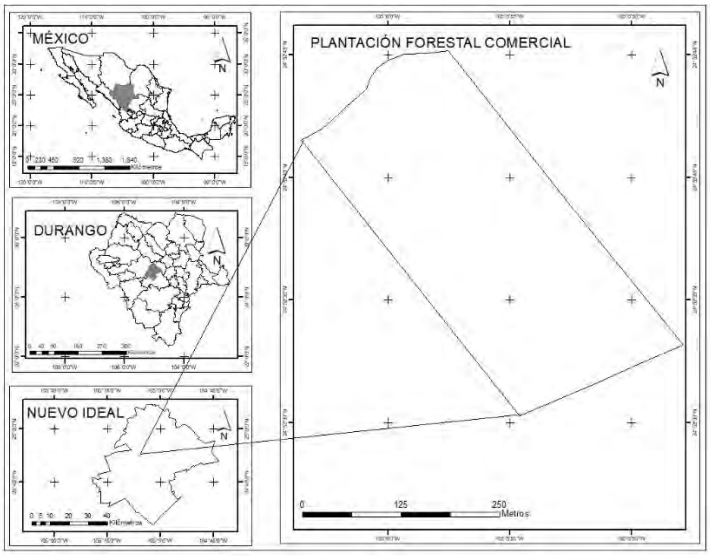


Figura 1. Localización del área de estudio.

Mediante un muestreo sistemático, se establecieron 34 parcelas de muestreo de 7.5 m por 15 m separadas a una distancia de 60 m y 30 m a lo largo y ancho de la plantación, respectivamente. En cada parcela se tomaron cuatro muestras simples de suelo a una profundidad de 30 cm, con las cuales se formó una muestra compuesta por parcela. Las 34 muestras de suelo fueron enviadas al laboratorio para la determinación de: pH, conductividad eléctrica, potasio y textura, de acuerdo con los procedimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT, 2002); por último se calculó el porcentaje de supervivencia en cada parcela.

Se realizó un análisis de correlación con el programa estadístico SAS 9.0. Las variables con valores más altos de coeficiente de correlación y significancia ($p < 0.05$), fueron elegidas para realizar un ACP e identificar aquellas más relacionadas con la supervivencia de *P. greggii*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los coeficientes de correlación (Cuadro 1) indican que la supervivencia está directamente relacionada con el pH, potasio, arena, e inversamente relacionada con la conductividad eléctrica, limo y arcilla.

Cuadro 1. Coeficiente de correlación entre las variables edafológicas y de supervivencia de la PFC.

Variable	SUP	pH	POTASIO	ARENA	LIMO	ARCILLA	COND
SUP	1	0.42*	0.35	0.79*	-0.76*	-0.71*	-0.43*
pH		1	0.52*	0.56*	-0.47*	-0.56*	-
POTASIO			1	-	-	-	-
ARENA				1	-0.90*	-0.94*	-0.43*
LIMO					1	0.72*	0.40
ARCILLA						1	0.40
COND							1

Nota: *Significante al nivel 0.01, el resto al 0.05. SUP: supervivencia, COND: conductividad eléctrica.

De acuerdo con los valores propios (Cuadro 2) la suma del componente principal 1 y el componente principal 2 logran explicar más del 75 % de la varianza total contenida en las siete variables incluidas en el análisis.

Cuadro 2. Análisis de componentes principales obtenidos a partir de la matriz de correlación.

Componente principal	Valor propio	Porcentaje de variación	Porcentaje cumulado
1	4.3683	62.40	62.40
2	0.9129	13.04	75.44
3	0.7682	10.98	86.42
4	0.4820	6.89	93.31
5	0.2521	3.60	96.91
6	0.2162	3.09	100.00
7	0.0000	0.00	100.00

De acuerdo con los vectores propios (Cuadro 3), a excepción del potasio, todas las variables están representadas en el CP 1. Además el pH y arena presentan signo positivo lo que sugiere que altos valores de supervivencia se ven beneficiados por valores superiores al promedio de estas variables, mientras que valores por debajo del promedio de limo, arcilla y conductividad eléctrica pudieran favorecer la supervivencia ya que presentan signo negativo.

Cuadro 3. Ponderación de todas las variables con dos componentes principales.

	Componente 1	Componente 2
SUPERVIVENCIA	**0.4267**	0.1047
Ph	**0.3646**	-0.0410
POTASIO	0.2067	**0.9291**
ARENA	**0.4590**	-0.2084
LIMO	**-0.4280**	-0.2669
ARCILLA	**-0.4244**	0.0969
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	**-0.2608**	0.0023

El efecto del pH puede deberse a que la variedad utilizada en la presente investigación la cual se desarrolla en su ambiente natural en suelos neutros a ligeramente alcalinos (Upton *et al*., 2000) y el pH encontrado en el suelo de la plantación es moderadamente ácido. Por otro lado la acidez del suelo ocasiona que muchos nutrimentos no sean asimilables por los árboles, y favorece la solubilidad de aluminio y manganeso considerados como tóxicos (Maplanka, 2006).

Además, el exceso de aluminiio afecta el crecimiento de la raíz por lo que habrá menos absorción de nutrimentos y puede intervenir en el la salud del arbolado y por lo tanto influir en su crecimiento y supervivencia (Sadeghian, 2016). Por su parte Muñoz *et al*. (2006) reportan correlación negativa entre el pH y saturación de aluminio. Upton *et al*. (2000) en un estudio realizado en vivero con las dos variedades de *P. greggii*, determinaron que el sustrato con un pH ligeramente básico en *P. greggii* var. *greggii* su desarrollo fue normal, mientras que en *P. greggii* var. *australis* presentó síntomas de clorosis.

El porcentaje de arcilla, puede aumentar la mortalidad de la plantación ya que ésta inhibe la formación de agregados, provocando problemas de permeabilidad y aireación (García, 2003). El valor de correlación entre contenido de arcilla y el porcentaje de supervivencia encontrado en el presente estudio coincide con lo reportado por Vilagrosa *et al*. (2001).

CONCLUSIONES

La supervivencia de la plantación es favorecida debido a valores de pH cercanos a la neutralidad y por la textura del suelo con bajo contenido de partículas finas.

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2018). Programa apoyos para el desarrollo forestal sustentable. Disponible en: http://www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/app_apoyos#/detalle/2018/73. (Última consulta 25 de marzo de 2018).

De Anaya, S. (2017). Influencia de factores edáficos en el crecimiento de una plantación. *Madera y Bosques*, *23*(2), 145-154.

Diario Oficial de la Federación (2003). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, México. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 25 de febrero, 1-70.

Domínguez-Calleros, P. A., Rodríguez-Laguna, R., Capulín-Grande, J., Razo-Zárate, R., & Díaz-Vásquez, M. A. (2017). Influencia de factores edáficos en el crecimiento de una plantación de *Pinus greggii* Engelm. en Santiago de Anaya, Hidalgo, México. *Madera y bosques*, *23*(2), 145-154.

Fox, T. R. (2000). Sustained productivity in intensively managed forest plantations. *Forest Ecology and Management*, *138*(1-3), 187-202.

García, A. (2003). Un sistema de interpretación del análisis de suelos basado en la concepción causa y efecto. *SCCS. Palmira*.

Maplanka, N. (2006). *Investigating the use of soil and foliar analyses as indicators of productivity in short rotation plantations in South Africa* (Doctoral dissertation).

Muñoz, J. D., Martínez, L. J., & Giraldo, R. (2006). Variabilidad espacial de propiedades edáficas y su relación con el rendimiento en un cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). Agronomía Colombiana, 24(2), 355-366.

Pritchett W L (1991). *Suelos Forestales: Propiedades, Conservación y Mejoramiento*. Ed. Limusa. México, D. F. 634 p.

Rodríguez Laguna, R., Razo Zárate, R., Juárez Muñoz, J., Capulín Grande, J., & Soto Gutiérrez, R. (2012). Tamaño de cono y semilla en procedencias de *Pinus greggii* Engelm. var. *greggii* establecidas en diferentes suelos. *Revista fitotecnia mexicana*, *35*(4), 289-298.

Sadeghian, S. (2016). La acidez del suelo una limitante común para la producción de café.

Salazar, G. J. G. JJ Vargas H., J Jasso M, JD Molina G, C Ramírez H, J López U (1999). Variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de Pinus en edades tempranas. *Madera y Bosques*, *5*(2), 19-34.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat] (2002). Norma Oficial Mexicana (NOM-021-SEMARNAT-2000) que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. México, D. F.: Diario Oficial de la Federación, segunda sección.

Upton, J. L., Herrera, A. J. M., Mata, J. J., Hernández, J. J. V., & Guerrero, A. G. (2000). Variación morfológica de plántulas e influencia del pH del agua de riego en doce poblaciones de *Pinus greggii* Engelm. *Madera y Bosques*, *6*(2), 81-94.

Vilagrosa, A., Caturla, R. N., Hernández, N., Cortina, J., Bellot, J., & Vallejo, V. R. (2001, June). Reforestación en ambiente semiárido del sureste peninsular. Resultados de las investigaciones desarrolladas para optimizar la supervivencia y el crecimiento de especies autóctonas. In *Congreso Forestal Español*.

ACTUALIZACIÓN PRELIMINAR DE LA SUPERFICIE INVADIDA POR JARILLA EN DIFERENTES ECOSISTEMAS DE DURANGO

Rigoberto Rosales Serna[1], Ivón Monserrat Cerda Hurtado[2], Julio César Ríos Saucedo[1*], Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1] y 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]Instituto Politécnico Nacional, CBG. Reynosa, Tamps., México. C. P. 88710.*rios.julio@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

En Durango, se conoce como jarilla a diferentes especies de plantas arbustivas, tallos erectos y hojas resinosas que ocupan amplios espacios perturbados en diferentes ecosistemas. Entre estas especies predomina la jarilla de monte (*Dodonaea viscosa*), la cual se conoce en algunos sitios de Durango como “hierba de la cucaracha” y ha proliferado en terrenos perturbados del pastizal mediano abierto, matorral xerófilo, bosque de encino, bosque tropical caducifolio y bosque templado de coníferas (CONAFOR, 2017). Se cree que la jarilla de monte es originaria de Australia (Rani *et al*., 2009; PROTA, 2017), India y África (BioNet-EAFRINET, 2017), de donde se dispersó a todos los continentes.

Actualmente, la jarilla de monte es considerada como especie invasora y agresiva en diferentes municipios del estado de Durango, como es el caso de la capital (Durango), Nombre de Dios y El Mezquital. Se considera que es necesario detener y en su caso revertir el avance de la superficie vegetada por esta especie, debido principalmente al daño ecológico que ha ocasionado al pastizal utilizado para alimentar el ganado bovino. En dicho ecosistema, se considera que ha causado reducción de la capacidad de carga (producción de forraje) y con ello, se incrementó el coeficiente de agostadero y el requerimiento de una superficie mayor para la alimentación de cada cabeza de ganado. Además, se ha establecido que el avance constante de las poblaciones invasoras de jarilla puede causar pérdida de biodiversidad, vegetal y animal, en diferentes ecosistemas del estado de Durango.

Existen diferentes tecnologías para determinar el grado de avance de las poblaciones de jarilla, entre las cuales se puede mencionar el concepto de nichos ecológicos modelados mediante el uso del programa Maxent, el cual se ha utilizado con éxito en el estudio de poblaciones vegetales y animales (Phillips *et al*., 2004; Becerra *et al*., 2014; Cerda *et al*., 2018). Los modelos deben complementarse con visitas de campo, para verificar la presencia de la especie y robustecer las estimaciones previas, actuales y futuras de las áreas vegetadas por jarilla. Los resultados obtenidos podrán utilizarse en planeación de estrategias de control y en estudios de

prospección, encaminados al aprovechamiento de las poblaciones de jarilla y obtención de beneficios económicos para los habitantes de áreas marginadas del estado de Durango. Es necesario considerar que la jarilla de monte es una fuente importante de polen y néctar, por parte de los apicultores (González, 2007). Su madera es densa y durable, por lo que puede usarse como material de construcción y combustible (Salazar *et al*., 2015). Los tallos de jarilla pueden utilizarse como tutores en la producción de hortalizas con guías trepadoras (jitomate y frijol ejotero) y para la elaboración de artesanías (González, 2007). Por ello, es necesario calcular la disponibilidad de jarilla para establecer sus posibilidades de utilización, así como, las necesidades para su control. El objetivo del presente estudio fue actualizar la superficie invadida por jarilla de monte (*Dodonaea viscosa*) en diferentes ecosistemas de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estado de Durango cuenta con una superficie de 12.3 millones de hectáreas, ubicadas entre los paralelos 22º 25' y 26º 42' latitud norte y entre los meridianos 102º 30' y 107º 10' de longitud oeste (INIFAP, 2017). Los tipos de suelo predominantes son francos (arcillosos y arenosos), arcillosos y arcillo-limosos, con capacidad diferente para la retención de humedad, profundidad baja a media, erodabilidad de baja (<50 t/año) a extrema (>250 t/año) (Montes *et al*., 2011), pH alcalino (>7) y son en su mayoría pobres en materia orgánica, fósforo y nitrógeno. En las partes altas se pueden observar suelos con diferente grado de profundidad y degradación, con afloramientos rocosos. El clima más común es el 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). En las partes altas se pueden observar climas de tipo templado C(w2), semi-cálido a templado subhúmedo (A)C(w2), templado y semifrío con verano fresco-largo Cb'(w2) y templado C(w2)x' (García, 1987; CONABIO, 2000). La lluvia acumulada anualmente alcanza entre 250 mm (Estación Tlahualilo) y 1,531 mm (La Ciudad), con valores altos de junio a septiembre (Medina *et al*., 2005).

Se consultaron bases de datos mundiales (GBIF, 2018) relacionadas con jarilla de monte (*Dodonaea viscosa*), las cuales se complementaron con puntos geo-referenciados en 2017, en los cuales se observó presencia de la especie en los municipios de Durango y Nombre de Dios, Dgo. La georeferenciación se realizó con geoposicionador satelital (GPSMap, 64S, Garmin®). Para modelar el nicho potencial actual de jarilla de monte se utilizaron los programas Maxent 3.3.3 k (Phillips *et al*., 2004) y ArcMap 9.3.1 (ESRI, 2008). En ambos casos se utilizaron 20 variables: 19 bioclimáticas en forma de cobertura tipo ráster obtenidas de Worldclim (Hijmans *et al*., 2006) y una variable tipo ráster de elevación (Cuadro 1).

La preparación del corte y resolución de las coberturas ráster se realizaron con la extensión "MaxentTools v9.2" de Arctoolsbox, en donde se igualó el tamaño de pixel (350 x 350 m) y la extensión de todas las coberturas del modelo. Se añadieron los valores de las 19 variables ambientales a la tabla de los puntos geográficos con la extensión "Extract value to point" de ArcToolBox del programa ArcMap y se grabaron los valores a la tabla de puntos geográficos de donde se extrajeron los intervalos de tolerancia: máximos y mínimos, e intervalos de frecuencias de la variable elevación. La tabla de atributos con los datos ambientales se utilizó para realizar un análisis de correlación bivariada y eliminar aquellas variables que aportaron poco al modelo y las que mostraron correlación alta ($r > 0.75$).

Cuadro 1. Cobertura tipo ráster obtenidas de la base WorldClim y ráster de elevación utilizadas en la actualización del área invadida por jarilla de monte en Durango.

Código	Descripción	Código	Descripción
BIO1	Temperatura (Tº) media anual	BIO11	Tº media del trimestre más frío
BIO2	Rango de temperaturas diurnas	BIO12	Precipitación anual
BIO3	Isotermalidad	BIO13	Precipitación del mes más lluvioso
BIO4	Estacionalidad en la temperatura	BIO14	Precipitación del mes más seco
BIO5	Tº máxima del mes más cálido	BIO15	Estacionalidad en la precipitación
BIO6	Tº mínima del mes más frío	BIO16	Precipitación del trimestre más lluvioso
BIO7	Rango anual de temperatura	BIO17	Precipitación del trimestre más seco
BIO8	Tº media del trimestre más lluvioso	BIO18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO9	Tº media del trimestre más seco	BIO19	Precipitación del trimestre más frío
BIO10	Tº media del trimestre más cálido	ALT	Altitud

Modelo con Maxent. Para modelar el nicho potencial mediante el programa Maxent, se utilizaron los parámetros especificados por Contreras-Medina *et al*., (2010), con algunas modificaciones, ya que sólo se generaron 10 réplicas, destinando el 90 % de los registros puntuales de la especie para generar el modelo y el 10 % restante como datos para la evaluación. Se utilizó la técnica de validación cruzada que consiste en replicar los datos para la elaboración del modelo de comparación y verificar la precisión. Los parámetros utilizados para obtener el modelo fueron el multiplicador de regularización= 1, número máximo de puntos de fondo= 10 000, límite de convergencia= 0.00001 y número máximo de repeticiones= 500.

Modelo con ArcMap. El nicho se modeló mediante una superposición aditiva de capas ráster, con las cuales se delimitaron las localidades de nicho potencial de jarilla con base en el conocimiento de sus límites y rangos de tolerancia ambiental (ESRI, 2012). A estos últimos se les asignó una ponderación de acuerdo con la importancia de la capa y la abundancia de puntos sobre el polígono, para luego extraer las celdas de las capas ráster siguiendo una

búsqueda lógica. Las capas de salida incluyeron únicamente los valores de las celdas (pixeles) extraídos de la capa de entrada y las capas de salida son las que se usaron en el proceso de superposición. El modelo se calibró utilizando un mapa de la distribución evaluada con los puntos georreferenciados de la especie, los cuales fueron obtenidos en 2017. Posteriormente, se realizó un análisis de concordancia visual contrastando el mapa histórico y el modelo de nicho potencial actual, para luego obtener el mapa de mejor ajuste.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables bioclimáticas que mostraron importancia mayor para el modelo Maxent fueron la precipitación ocurrida en el trimestre más frío (41.3 %) y temperatura media del trimestre más lluvioso (16.0 %) (Cuadro 2). Lo anterior, se relacionó con las adaptaciones fenológicas de la jarilla de monte, la cual muestra el periodo reproductivo durante el invierno (diciembre-marzo), por lo que su capacidad de producción y dispersión de semillas depende de la lluvia acumulada durante esa estación del año. En 2017, se observó floración y producción de semillas en la primera semana de marzo para la mayoría de las poblaciones de jarilla de monte que crecen en las laderas de lomas y montañas que circundan la capital de Durango (Hacienda de Tapias, Periférico Sur y Aquiles Serdán). En el caso de la temperatura media del trimestre más lluvioso, puede decirse que dicha variable influyó en el crecimiento vegetativo de la planta (Wang *et al*., 2018), lo cual se relacionó con la acumulación de fotoasimilados, que se registra principalmente durante el periodo de lluvias del verano (julio-septiembre), y que posteriormente sustentan a la jarilla de monte durante el periodo reproductivo de la estación de invierno.

Cuadro 2. Contribución relativa de variables ambientales al modelo Maxent para la actualización del área con probabilidades de invasión por jarilla de monte en Durango.

Código	Descripción	Contribución (%)	Importancia en la Permutación
BIO19	Precipitación del trimestre más frío	41.3	74.4
BIO8	Temperatura media trimestre más lluvioso	16.0	13.5
BIO17	Precipitación del trimestre más seco	9.6	6.6
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío	6.6	0.0
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido	5.3	4.0

El modelo de nicho potencial en Maxent presentó un área bajo la curva (ABC) de 0.95 para los datos de prueba, lo que se relacionó con un nivel de precisión que puede clasificarse como excelente. Se calculó un nicho potencial para la invasión de jarilla de 8,836,505 ha, lo cual corresponde al 71.6 % de la superficie total del estado de Durango y tiene grado diferente de

probabilidad para la presencia de la especie (Cuadro 3). De acuerdo con el análisis de concordancia visual entre el modelo y puntos de observación de la jarilla de monte se tuvo una precisión de 59.0 %. Los puntos de observación de la especie que fueron georeferenciados en 2017 tuvieron un 77.0 % de precisión y la mayoría se ubicaron dentro del modelo obtenido con ArcMap. Los resultados sugieren una área amplia con potencial para la dispersión de la jarilla de monte en Durango, lo cual afectará la riqueza y abundancia de especies. Se determinó el patrón de dispersión de las poblaciones de jarilla de monte, las cuales han colonizado áreas de diferentes ecosistemas y condiciones variables de temperatura y humedad (Figura 1), lo que demuestra adaptabilidad amplia de la especie.

Cuadro 3. Superficie de distribución de jarilla de monte (*Dodonaea viscosa*) por probabilidades de ocurrencia de la especie.

Clase	Probabilidad	Superficie (ha)
Sin presencia	<0.01	3,500,379
Baja	0.01-0.3	7,660,117
Media baja	0.3-0.5	699,303
Media alta	0.5-0.7	292,169
Alta	0.7-1.0	184,916
Suma		**12,336,883**

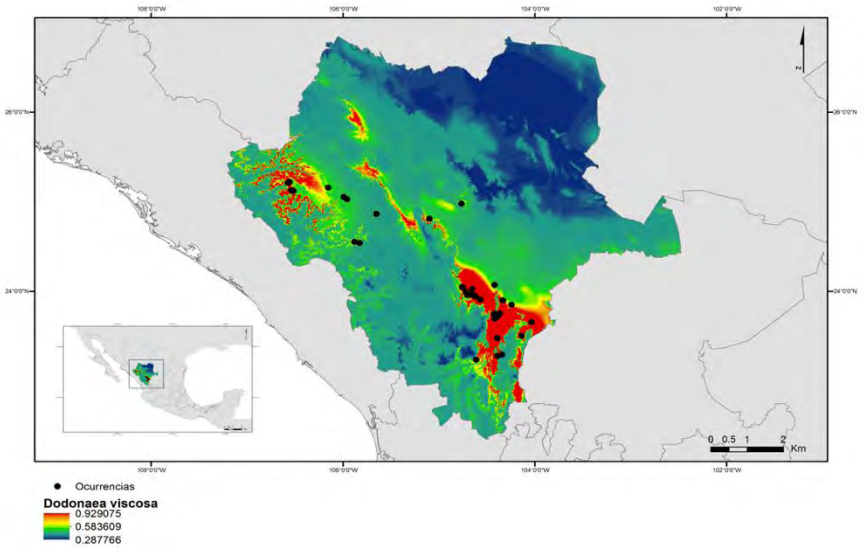


Figura 1. Ilustración del modelo Maxent para la presencia de jarilla de monte (*Dodonaea viscosa*) en Durango. Los colores más cálidos muestran las áreas con más probabilidad de presencia y los puntos son sitios de visualización comprobada de la especie.

CONCLUSIONES

El modelo de probabilidad para la distribución actual de las poblaciones de jarilla de monte (*Dodonaea viscosa*) generó la actualización preliminar de la superficie invadida por jarilla, la cual es información valiosa que permitirá la valoración de la necesidad de implementar programas manejo y control de esta especie invasora y agresiva en Durango. Los resultados obtenidos pueden utilizarse en la identificación de sitios invadidos por *D*. *viscosa* y que todavía no han sido reportados; el reconocimiento de las localidades hacia donde puede dispersarse la especie y el daño ecológico que ha ocasionado hasta el momento. Se estableció una superficie actual con diferentes niveles para la probabilidad de invasión con jarilla en Durango que alcanzó 8.83 millones de ha.

AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del proyecto: “Opciones tecnológicas para el desarrollo integral y sostenible de la producción agropecuaria y forestal en Durango”, financiado con fondos fiscales INIFAP (Clave SIGI: 9573834038).

BIBLIOGRAFÍA

Becerra L., J. L., U. Romero M., J. D. Andón H., y C. García de la P. 2014. Modelo de nicho potencial de madrigueras de *Gopherus flavomarginatus* en la reserva de la biosfera de Mapimí. Revista Mexicana de Biodiversidad 85(2): 523-531.

BioNet-EAFRINET. 2017. *Dodonaea viscosa* (Sand Olive). Consultado en línea 03/04/17. http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/eafrinet/weeds/key/weeds/Media/Html/Dodonaea_viscosa_(Sand_Olive).htm.

Cerda H., I. M., S. Hernández D., M. H. Reyes V., N. Mayek P., and J. M González P. 2018. Effect of climate change on the potential distribution of four wild bean (*Phaseolus* spp.). Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 61(1): 167-168.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Diversidad). 2000. Pueblo Nuevo RTP-56. *In*: Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). Regiones terrestres prioritarias de México. México. 609 p.

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2017. *Dodonaea viscosa*. CONAFOR-CONABIO-SIRE. Consultado en línea 03/04/2017. http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/918Dodonaea%20viscosa%20.pdf

Contreras-Medina, R., I. Luna-Vega y C. A. Ríos-Muñoz. 2010. Distribución de *Taxus globosa* (Taxaceae) en México: modelos ecológicos de nicho, efectos del cambio del uso de suelo y conservación. Revista Chilena de Historia Natural 83: 421-433.

ESRI (Environmental Scientific Research Institute). 2008. ArcGIS 9.3.1. Redlands, California.

ESRI (Environmental Scientific Research Institute). 2012. ArcGIS 10.1. Redlands, California.

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.

GBFI (Global Biodiversity Information Facility). 2018. *Dodonaea viscosa*. Consultada en línea 14/06/2018. https://www.gbif.org.

González H., M. E. 2007. Establecimiento y crecimiento en sus primeras etapas de diez especies arbustivas nativas, en la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui, Querétaro. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. 98 p.

Hijmans, R. J., S. E. Cameron y J. L. Parra. 2006. WorldClim global climate layers, version 1.4. Disponible en WorldClim Database: www.worldclim.org.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2017. Agenda técnica agrícola Durango y La Laguna. INIFAP-SAGARPA-COFUPRO. México. 196 p.

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

Montes L., M. A. L., E. M. Uribe A., y E. García C. 2011. Mapa nacional de erosión potencial. Tecnología y Ciencias del Agua II(1): 5-17.

Phillips S., J., M. Dudík, and R. E. Schapire. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. *In:* Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning, ACM Press, New York. p. 655-652.

PROTA (Plant Resources of Tropical Africa). 2017. *Dodonaea viscosa*. Consultado en línea 02/04/2017. http://uses.plantnet-project.org/en/Dodonaea_viscosa_(PROTA).

Rani, M. S., R. S. Pippalla, and K. Mohan. *Dodonaea viscosa* Linn.-An overview. JPRHC 1(1): 97-112.

Salazar S., L. M., R. Rosales S., R. Jiménez O., J. C. Ríos S., J. A. Sigala R., A. Carrillo P., P. A. Domínguez M., y M. Martínez F. 2015. Optimización calorífica en especies vegetales con potencial para la producción de biomasa dendroenergética en Durango. AGROFAZ 15(1): 147-154.

Wang, X., B. Yan, B. Fan, L. Shi, and G. Liu. 2018. Temperature and soil microorganisms interact to affect *Dodonaea viscosa* growth on mountainsides. Plant Ecology 219(7): 759-774.

DOSIFICACIÓN DE NUTRIENTES Y SU INFLUENCIA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL SOTOL Y MAGUEY CULTIVADOS EN DURANGO

Julio César Ríos Saucedo[1*], Sandra Concha López[2], Rigoberto Rosales Serna[1] y Sergio Rosales Mata[1]

[1]INIFAP-Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. [2]Universidad Politécnica de Durango. Carr. Durango-México km 9.5, Durango, Dgo. México. C. P. 34300.*rios.julio@inifap.gob.mx.

INTRODUCCIÓN

El sotol (*Dasylirion* spp.) y el maguey (*Agave* spp.) son plantas de importancia ecológica, industrial y económica en el estado de Durango. Entre los principales usos industriales de estas especies se encuentra la elaboración de bebidas destiladas, como el sotol y mezcal, las cuales han alcanzado niveles de demanda considerables en el mercado nacional y de exportación. La superficie ocupada de forma natural por estas y otras especies de importancia industrial ha disminuido considerablemente debido al uso indiscriminado de las poblaciones silvestres del sotol y maguey, para la elaboración industrial de bebidas destiladas. Actualmente, se tiene interés para el establecimiento de plantaciones comerciales de sotol y maguey, con el fin de abastecer la industria y reducir la presión ejercida sobre las poblaciones naturales de estas especies endémicas en Durango.

El tiempo de espera entre el trasplante y cosecha de las plantaciones comerciales de sotol y maguey es considerable y puede alcanzar entre nueve a doce años. Por ello, es necesario entender la influencia de la temperatura y avanzar en el ajuste del manejo agronómico para optimizar el crecimiento de las plantas de sotol y maguey en condiciones de riego, con lo que se busca reducir el tiempo de espera para la cosecha. Entre los principales factores ambientales que influyen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas se encuentran la temperatura, disponibilidad de agua y el suministro de nutrientes. En la actualidad, se ha facilitado la instalación de riego presurizado por goteo, con lo que se incrementó la eficiencia en el uso del agua. En Durango, se carece de estudios relacionados con la influencia de la temperatura sobre el crecimiento de sotol y maguey, así como recomendaciones para la aplicación de nutrientes, lo cual debe dosificarse con base en la etapa de crecimiento de la planta (Zúñiga, 2013). Con ello, se logrará un aporte continuo de nutrientes y se reducirá el desperdicio que ocasiona la percolación, escurrimiento y volatilización de los elementos de movilidad alta (nitrógeno).

Se ha observado influencia de la temperatura en la entrega de nutrientes contenidos en los fertilizantes, así como sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (Flores *et al*., 2016).

Además, existen en el mercado diferentes presentaciones de fertilizantes químicos y abonos orgánicos, que pueden auxiliar en el suministro de nutrientes a las plantas de sotol y maguey en Durango. La presentación más popular es el fertilizante granulado, debido a su disponibilidad y uso frecuente en el cultivo de especies agrícolas.

Actualmente, se han diversificado las formulaciones y tipos comerciales del fertilizante químico, entre los que sobresalen los de liberación controlada, los cuales pueden dosificar el suministro de nutrientes por varios meses. En Durango, es posible adquirir el producto multicote® (18-06-12), el cual libera nutrientes durante un periodo de cuatro meses (Haifa, 2017). En la agricultura orgánica se recomienda el uso de abonos que, aplicados de forma adecuada, tienen duración alta en la entrega de nutrientes, son amigables con el ambiente y contribuyen a la sostenibilidad de la producción agrícola. *Es necesaria la evaluación de diferentes presentaciones fertilizantes y abonos para optimizar el crecimiento del sotol y maguey cultivados en Durango. Con ello, se establecerán las posibilidades de acelerar el crecimiento y con ello, reducir el periodo entre la plantación y madurez de cosecha. El objetivo fue* evaluar el efecto de la dosificación de nutrientes y su influencia sobre el crecimiento de sotol y maguey cultivados en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció una plantación de sotol y maguey en los terrenos del Campo Experimental Valle del Guadiana, que es la sede del INIFAP en Durango. El sitio experimental se ubicó 23° 59’ 27” N, 104° 37’ 30” O y una altitud de 1,881 m. El suelo predominante del sitio es del tipo franco (arcilloso y arenoso), el cual tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 %, pH de 7.4 y es pobre en contenido de materia orgánica (0.4 %), fósforo (1.4 mg kg^{-1}) y nitrógeno (0.02 %). El clima predominante es templado semiárido [BS_1 kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y la media anual para esta variable es de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al*., 2005).

Se incluyeron las especies sotol (*Dasylirion* spp.) con plantas obtenidas en el vivero municipal de Durango y maguey cenizo (*Agave durangensis*) mediante el uso de hijuelos producidos en el vivero del INIFAP. La plantación se realizó el 25 de abril de 2018 y la parcela experimental consistió en tres hileras de longitud variable (20 y 65 m). Se utilizó un modelo de plantación en tresbolillo, con una separación entre hileras de 3 m y distancia entre plantas de 2 m, para una densidad total de 1,666 plantas ha^{-1}. La preparación del suelo incluyó subsoleo cruzado, paso

de rastra, surcado, riego y otro paso de rastra para con ello, dejar preparada la cama de plantación. Se utilizaron palas poceras y se trasplantaron especímenes con cepellón (sotol) e hijuelos con raíz desnuda en el caso de maguey cenizo. Después del trasplante, se aplicó riego de auxilio mediante la instalación de sistema presurizado, por goteo, con cintilla de polietileno de 16 mm y goteros situados en cada planta (2 m), los cuales suministraron 650 mL h^{-1}. Los riegos de auxilio (4) se aplicaron con una duración de 2 h, para proporcionar 1,300 mL de agua a cada una de las plantas de sotol y maguey.

Se aplicaron cuatro tratamientos de fertilización: 1) Fertilización química con fertilizante granulado (58-80-140) para nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) (Zúñiga, 2013), 2) Fertilizante de liberación controlada multicote® (18-06-12) para igualar el suministro de nitrógeno (58-80-140), 3) Composta aplicada a razón de 6 toneladas por hectárea (600 g m^{-1}) y 4) Tratamiento testigo, sin fertilización. En el tratamiento que incluyó fertilizante granulado se aplicó según las recomendaciones generadas para *Agave tequilana* (Zúñiga, 2013).

El control de la maleza se efectuó mediante dos deshierbes con azadón y se aplicó un total de cuatro riegos de auxilio, los cuales combinados con la lluvia permitieron evitar el estrés hídrico en las plantas de ambas especies. En diez plantas de la hilera central de cada tratamiento se evaluó altura de planta, diámetro del tallo, diámetro de la roseta y número de hojas. El análisis de varianza de los datos obtenidos para cada especie se realizó en un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial (muestreo y tratamiento de fertilización) y diez repeticiones por tratamiento. En las variables que se registraron diferencias significativas se realizó la comparación de medias con base en la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de varianza y la prueba de medias se efectuaron con el programa computacional SAS® ver. 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En sotol se observaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.01$) entre muestreos (diámetro del tallo y número de hojas) y entre tratamientos (diámetro de roseta y número de hojas), sin significancia para la interacción (muestreo x tratamiento). En maguey se detectaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.01$) entre muestreos para todas las variables evaluadas y entre tratamientos únicamente para altura de planta, sin significancia para las interacciones. La altura de las plantas de sotol fue mayor en el tratamiento de fertilización química de liberación controlada (FQLC) (Figura 1a) y pasó de 54.0 a 58.4 cm, en un periodo de 82 días después de la plantación (DDP). El incremento en altura varió de 2.8 cm (sin fertilización) a 6.5 cm (composta) y fue similar al

registrado en otros estudios, donde se observó crecimiento de 13.1 cm en plantas de dos años, establecidas en campo y después de 10 meses del trasplante (Sierra *et al*., 2008).

En el caso de maguey cenizo se observó respuesta diferente entre tratamientos durante la cuarta evaluación realizada 82 DDP. El valor más bajo de altura de la planta se observó en el tratamiento FQ (7.5 cm), debido al menor tamaño de las plantas desde el momento de la plantación (6.6 cm) en comparación con el resto de los tratamientos (7.0 a 8.1 cm). El incremento en altura varió entre 0.4 cm (composta) hasta 1.2 cm (FQLC), lo cual resultó similar en comparación con el valor superior a 20 cm obtenido con fertilización química (Multigro 3®) después de 11 meses desde la plantación (Sánchez, 2010). El maguey presentó respuesta favorable entre fechas de muestreo a la fertilización química de liberación controlada y aplicación de composta.

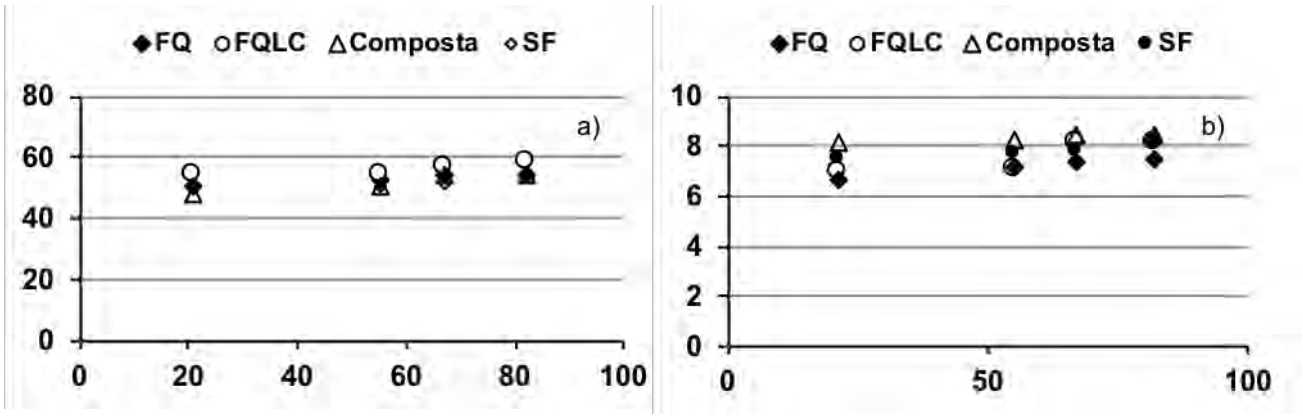


Figura 1. Respuesta en altura de planta de sotol a) y maguey cenizo b) a diferentes tratamientos de fertilización en Durango. FQ = fertilización química, FQ = fertilización química liberación controlada y SF = sin fertilización.

El diámetro del tallo de las plantas de sotol alcanzó el valor significativamente alto en el tratamiento de composta (Figura 2a) y pasó de 16.8 a 23.9 mm en el último muestreo. La respuesta en diámetro del tallo fue baja en los tratamientos y varió entre 2.4 mm (FQ) a 7.1 mm (composta), algunos de los cuales se situaron en el intervalo registrado en otros estudios con sotol (5.2 mm a 10.1 mm) (Sierra *et al*., 2008). En el caso de maguey cenizo se observó diferencia entre los tratamientos en la cuarta evaluación, realizada 82 días DDP. El incremento en diámetro del tallo varió entre 3.8 cm (sin fertilización) hasta 8.1 mm (FQLC). Se observó respuesta pobre en el diámetro del tallo del maguey a la fertilización química.

El diámetro de la roseta de las plantas de sotol aumentó entre fechas de muestreo, principalmente en los tratamientos con fertilización química (76.6 mm) y FQ liberación controlada (75.3 mm). La respuesta en diámetro de la roseta fue diferente entre tratamientos y fluctuó entre 6.4 mm (FQLC) a 15.8 mm (sin fertilización).

En el caso de maguey cenizo se observaron diferencias entre muestreos para el diámetro de la roseta, con incrementos desde 1.7 cm (FQ) y hasta 3.7 cm (sin fertilización). Lo anterior, resultó similar al observado en otros estudios con maguey en monocultivo donde se obtuvo un promedio mensual aproximado de 0.79 cm (Martínez *et al*., 2014). Se observó respuesta baja del maguey para el incremento en el diámetro de la roseta por efecto de la fertilización química, en comparación con la composta y el tratamiento sin fertilización.

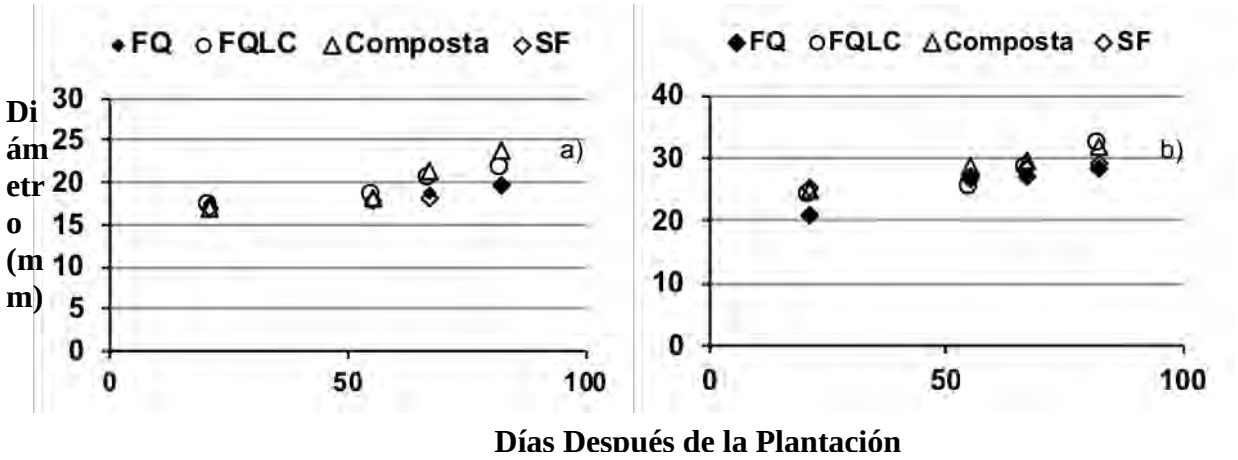


Figura 2. Respuesta en diámetro de tallo en plantas de sotol a) y maguey cenizo b) en diferentes tratamientos de fertilización en Durango. FQ = fertilización química, FQ = fertilización química liberación controlada y SF = sin fertilización.

El número de hojas desplegadas en las plantas de sotol alcanzó el valor significativamente alto en el tratamiento con fertilización química (FQ y FQLC) (Figura 4a) y tuvo un incremento significativo entre muestreos al pasar de 17 a 21 hojas. La respuesta foliar fue diferente entre tratamientos y varió entre 3 (composta) a 4 hojas (en FQ y FQLC). Los resultados superaron a los obtenidos en otros estudios con sotol, en los que se redujo el número de hojas a medida que avanzó el tiempo después del trasplante (Sierra *et al*., 2008). En el caso de maguey cenizo se observó similitud entre tratamientos en la cuarta evaluación, realizada 82 DDP. El incremento en el número de hojas varió entre 2 (FQ y FQLC) hasta 3 (composta y sin fertilización), lo cual fue similar a lo obtenido en otros trabajos con maguey luego de 2 meses del trasplante (Sánchez *et al*., 2010) y al promedio mensual obtenido con maguey en unicultivo (Martínez *et*

al., 2014). Se observó respuesta baja para el despliegue de hojas en maguey, por efecto de la fertilización química en comparación con la composta y el tratamiento sin fertilización.

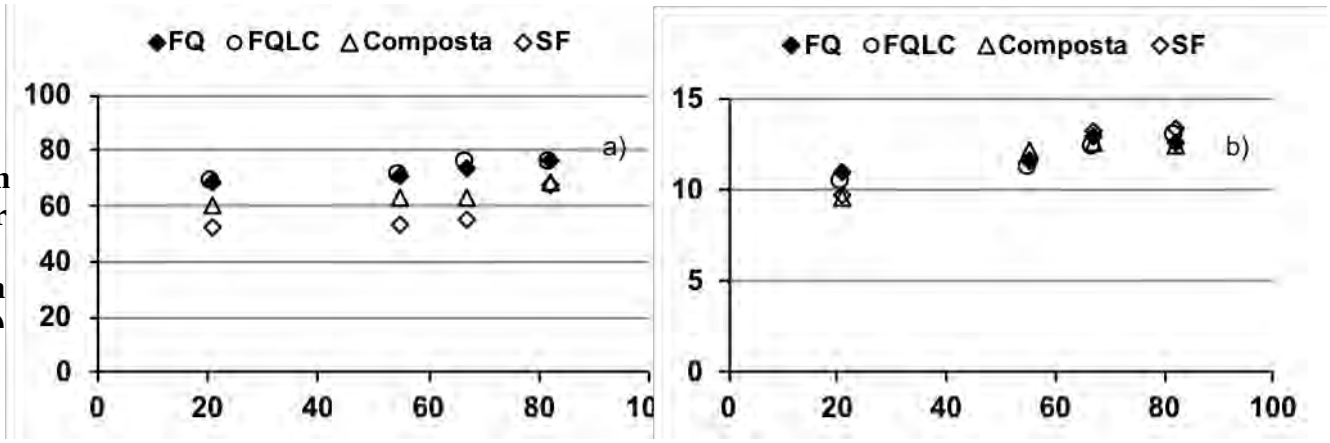


Figura 3. Respuesta en diámetro de roseta en plantas de sotol a) y maguey cenizo b) en diferentes tratamientos de fertilización en Durango. FQ = fertilización química, FQ = fertilización química liberación controlada y SF = sin fertilización.

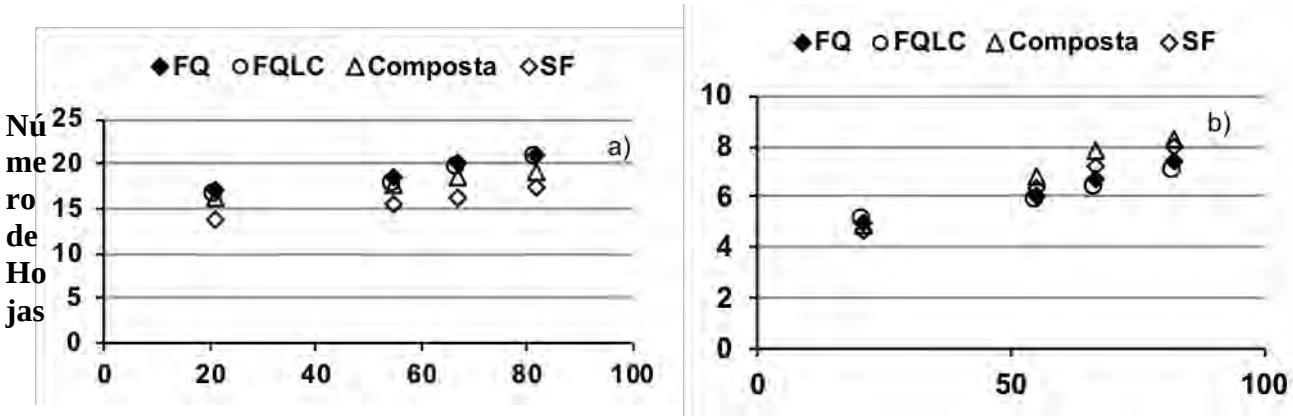


Figura 4. Respuesta en número de hojas en plantas de sotol a) y maguey cenizo b) en diferentes tratamientos de fertilización en Durango. FQ = fertilización química, FQ = fertilización química liberación controlada y SF = sin fertilización.

En sotol y maguey, todas las variables mostraron correlación positiva con la temperatura mínima y negativa con la temperatura máxima. En sotol, la temperatura mínima mostró

correlación positiva con altura de la planta (r = 0.7), diámetro del tallo (r = 0.5), diámetro de la roseta (r = 0.7) y número de hojas (r = 0.7). La temperatura máxima mostró relación negativa con altura (r = -0.8), diámetro del tallo (r = -0.7), diámetro de la roseta (r = -0.8) y número de hojas (r = -0.7). En maguey la temperatura mínima se relacionó positivamente con altura (r = 0.8), diámetro del tallo (r = 0.7), diámetro de la roseta (r = 0.9) y número de hojas (r = 0.7). La temperatura máxima mostró relación negativa con altura (r = -0.9), diámetro del tallo (r = -0.7), diámetro de la roseta (r = -0.7) y número de hojas (r = -0.6). La temperatura influyó en el crecimiento y diferenciación foliar de las plantas de sotol y maguey.

CONCLUSIONES

El sotol mostró respuesta a la fertilización química (FQ y FQLC) para diámetro de roseta y número de hojas. En el caso de maguey se registró respuesta a la fertilización química con base en el incremento en altura de la planta y todas las variables respondieron al periodo desde el trasplante. En ambas especies se observó respuesta diferencial a los tratamientos de fertilización, lo cual puede relacionarse con el grado de domesticación, condiciones ambientales, variación entre las plantas usadas en el trasplante y el manejo agronómico. La temperatura influyó en el crecimiento y diferenciación foliar de las plantas de sotol y maguey, interaccionado en forma diferencial con los tratamientos de fertilización.

AGRADECIMIENTOS

La presente publicación formó parte del proyecto: “Desarrollo de componentes tecnológicos para el manejo sustentable de las poblaciones naturales de Sotol (*Dasylirion cedrosanum* Trel) en Durango”, financiado con fondos del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCYTED).

BIBLIOGRAFÍA

Flores G., H., P. A. Domínguez M., M. P. Narváez M., F. Zavala E., S. Santana E., y R. V. García H. 2016. Predicción fenológica en cultivos agrícolas bajo tiempo térmico. Folleto Técnico Núm. 85. INIFAP-CIRNOC- Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Méx. 28 p.

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

Haifa. 2017. Multicote (18-06-12). http://www.haifa-group.com/spanish/products/plant_nutrition/controlled_release_fertilizers/products_for_nurseries/multicote_6_18_6_12_micronutrients.aspx.

Martínez R., S., G. Bautista S., E. C. Pedro S., y P. D. Guerrero C. 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.

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.

Sánchez M., S. 2010. Tensión de humedad del suelo y efecto de fertilizantes de liberación lenta en maguey mezcalero (*Agave angustifolia* Haw.). Tesis de Maestría en Ciencias, IPN-CIIDIR-Oaxaca. 73 p.

Sierra T., J. S., C. R. Lara M., R. Carrillo R., A. Melgoza C., C. R. Morales N., y M. H. Royo M. 2008. Los sotoles (*Dasylirion* spp.) de Chihuahua. Folleto Técnico Núm 20. INIFAP-CIRNOC-Sitio Experimental La Campana-Madera. Chihuahua, México. 49 p.

Zúñiga E., L. 2013. Nutrición de *Agave tequilana* y manejo de los fertilizantes en un sistema de producción intensiva (riego por goteo). INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Las Huastecas. Villa Cuauhtémoc, Tam. México. 46 p.

TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS PARA OBTENCIÓN DE PLANTA DE DURAZNILLO CIMARRÓN (*Prunus cercocarpifolia* VILLARREAL) ESPECIE ENDÉMICA DE LA SIERRA DE ZAPALINAMÉ, COAHUILA.

Adriana Antonio-Bautista[1], Francisco Castillo-Reyes[2*], David Castillo-Quiroz[2], J. Trinidad Sáenz-Reyes[3] y Muñoz-Flores Jesús Hipolito[3].

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. [3]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Tecnología de Semillas. Calzada Antonio Narro No. 1923 Buenavista C.P. 25315 Saltillo Coahuila.
[2] Campo Experimental Saltillo-INIFAP.Carretera Saltillo Zacatecas Km 342+119 No. 9515, Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. * reyes.francisco@inifap.gob.mx
[3] Campo Experimental Uruapan-INIFAP. Av. Latinoamericana No. 1101 Col. Revolución CP. 60500 Uruapan, Michoacán, México.

INTRODUCCIÓN

Es fundamental conservar los bosques ya que constituyen una fuente vasta de productos maderables y no maderables, así como de servicios ambientales. Existen diversas poblaciones que dependen directamente de estos ecosistemas para satisfacer sus necesidades de alimento, energía y vivienda (Chauchard,2016). Según la FAO (2015) la pérdida anual neta de superficie forestal en el periodo del 2000 al 2010 fue de aproximadamente 7 millones de hectáreas, debido principalmente al desplazamiento de la frontera agrícola y ganadería, construcción de carreteras, y tala ilegal, entre otras (Kuusela y Amacher, 2016). Dicha deforestación tiene consecuencias graves en la pérdida de biodiversidad, además, es uno de los factores desencadenantes del cambio climático (López, 2012). Lo que repercute negativamente en las comunidades vegetales que presentan diferentes grados de perturbación, encontrándose en una fase sucesional secundaria (SEMARNAT-CONAFOR, 2013).

Una posibilidad para mitigar estos efectos de la pérdida de los bosques es mediante el mantenimiento de zonas de protección, corredores, extensos bloques de bosques naturales, así como mediante la restauración ecológica y la repoblación forestal (Wilcox y Whillans, 1999). Una forma puede ser el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas, Corredores Biológicos, Unidades para la Conservación, Manejo y Uso Sostenible de la Vida Silvestre (UMA) o sistemas agrosilvipastorales (Miller *et al*., 2001, Retana-Guiascón *et al*., 2011, Villanueva-López *et al*., 2016).

En el sureste de Coahuila, la sierra de Zapalinamé es una zona sujeta a conservación ecológica por decreto del gobierno estatal, se localiza en la transición entre el Desierto Chihuahuense y la Sierra Madre Oriental; la flora dominante es el matorral xerófilo, sin embargo, se encuentran presentes bosques de coníferas, arbustos y herbáceas que en conjunto componen una riqueza

de 73 especies (Encinas-Domínguez *et al.,* 2008). Muchas de estas especies son endémicas de la zona como *Prunus cercocarpifolia* Villarreal, conocido comúnmente como Duraznillo cimarrón. Debido a lo distribución restringida, varias especies se encuentran con algún grado de amenaza (NOM-059-SEMARNAT, SEMARNAT, 2010); una alternativa para conservar esta flora nativa es a través de programas de plantaciones y/o reforestaciones.

Para cualquier programa de reforestación, restauración o conservación de germoplasma, es fundamentalmente necesario el conocimiento acerca de las semillas, tanto de sus características bioquímicas, morfológicas como de las anatómicas, ya que, dependiendo de ello, su proceso germinativo será diferente y la forma de conservación, deberá aplicarse según sea el caso. La capacidad de las semillas para germinar dependerá de su naturaleza intrínseca y de las condiciones ambientales donde se siembren. Una forma de conocer y acelerar el proceso de germinación de semillas de especies nativas es realizando trabajos de investigación en laboratorio y vivero. Debido a lo anterior el objetivo del presente trabajo fue: evaluar el efecto de tratamientos pre-germinativos en el Duraznillo cimarrón (*Prunus cercocarpifolia* Villarreal) especie endémica de la sierra de Zapalinamé.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material biológico que se utilizado fue obtenido de una cosecha masal de 20 árboles localizados en la sierra Zapalinamé, en la región sureste de Coahuila. Dicho material se trasladó al C.E. Saltillo del INIFAP en donde se almacenó, para posteriormente realizar los pre-tratamientos a las semillas. Los pre-tratamientos aplicados se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Pre-tratamientos efectuados a semillas de Duraznillo cimarrón (*Prunus cercocarpifolia* Villarreal) para inducir su germinación bajo condiciones de laboratorio.

Número	Tratamiento
1	Testigo (Con endocarpio).
2	Testigo (Sin endocarpio).
3	Imbibición en agua por 48 h a 30°C semillas con endocarpio.
4	Imbibición en agua por 24 h a 25 °C semillas sin endocarpio.
5	Imbibición en agua por 48 h a 25 °C semillas sin endocarpio.
6	Imbibición en agua por 48 h a 30 °C semillas sin endocarpio.

7	Imbibición en agua por 24 h a 30 °C semillas sin endocarpio.
8	Estratificación por 8 días a 5°C semillas con endocarpio.
9	Imbibición en agua por 48 h a 5 °C semillas con endocarpio.
10	Imbibición en agua por 48 h a 5 °C seguido de 48 h a 30°C semillas con endocarpio.
11	Estratificación por 48 h a 5°C semillas con endocarpio.

Se utilizaron 40 semillas por tratamiento las cuales se dividieron en cuatro repeticiones de 15 semillas. Terminados los pre-tratamientos las semillas fueron sembradas según International Seed Testing Association (ISTA, 2014), se utilizó la técnica en sustrato húmedo (Peat most), posteriormente las macetas se colocaron en una cámara bioclimática de germinación (Barns tead/lab-line Modelo E82560N), calibrada a 12 h de luz y 12 h de obscuridad a una temperatura de 26 ± 2°C, los riegos fueron aplicados cada 4 días con agua destilada.

Las variables evaluadas fueron porcentaje de semillas germinadas, plántulas normales, plántulas anormales, semillas muertas y semillas sin germinar (duras). El análisis estadístico se llevó a cabo lenguaje y ambiente de computo estadístico R (R Core Team, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de pre-tratamiento en germinación de semillas

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, es decir, los tratamientos tuvieron efecto en la inducción de germinación de semillas de *P. cercocarpifolia*. La germinación expresada en porcentaje varió de 0 a 100 % (Figura 1) para el testigo y el tratamiento de imbibición por 48 h a 30°C a semillas con endocarpio, respectivamente.

Los resultados observados por efecto de los pre tratamientos indican que la semilla requiere ser acondicionada antes de efectuar el procedimiento de germinación en vivero, esto con la finalidad de garantizar la máxima respuesta de germinación. Generalmente, las semillas de especies forestales presentan el fenómeno de latencia, debido a las características físicas y químicas de tegumento, a la presencia de una estructura y una consistencia compacta e impermeable al agua y gases, inhibidora mecánica y química de la germinación (Viveros *et al*., 2015).

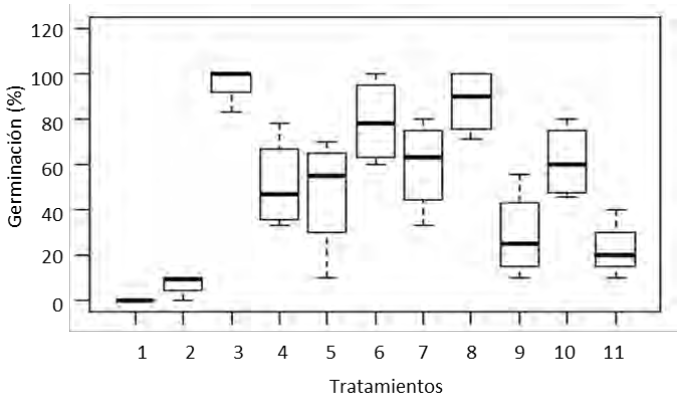


Figura 1. Porcentaje de semillas germinadas por efecto de pre-tratamiento de semillas de *Prunus cercocarpifolia* Villarreal.

Los pretratamientos con mejor efecto en la germinación fueron T3= Imbibición en agua por 48 h a 30°C semillas con endocarpio, T8= Estratificación por 8 días a 5°C semillas con endocarpio, T6= Imbibición en agua por 48 h a 30 °C semillas sin endocarpio, T7= Imbibición en agua por 24 h a 30 °C semillas sin endocarpio, T10= Imbibición en agua por 48 h a 5 °C seguido de 48 h a 30°C semillas con endocarpio y T5= Imbibición en agua por 48 h a 25 °C semillas sin endocarpio, con una germinación superior al 60 %. Mientras, que los tratamientos con menor efecto fueron los testigos (T1 y T2), T11= Estratificación por 48 h a 5°C semillas con endocarpio, T9= Imbibición en agua por 48 h a 5 °C semillas con endocarpio y T4= Imbibición en agua por 24 h a 25 °C semillas sin endocarpio.

Cabe mencionar que el porcentaje de semillas duras (Figura 2) obtenidas por efecto de pretratamiento fue bajo, excepto para los testigos donde se apreció 63 y 90% (semilla sin y con pericarpio) y T7 con 20% (Imbibición en agua por 24 h a 30 °C semillas sin endocarpio). En contraste, se observaron mayor porcentaje de semillas muertas en los tratamientos T11 (80%), T9 (72%) y T4 (49%) que fueron quienes presentaron la menor tasa de germinación. Se confirma los tratamientos T3 y T8 la mayor tasa germinación y menor tasa de semillas muertas (Figura 3).

Estos resultados coinciden con los de Rodríguez-Sosa *et al.,* (2012) quienes mencionan que el tratamiento que ocasionó la menor germinación de las semillas fue inmersión en agua durante 27 h de una secuencia de tiempo de 2 a 27 h de imbibición en agua. Por lo que recomiendan desechar la imbibición a este tiempo como alternativa para incrementar la capacidad germinativa de las semillas de *C. ferruginosa*. Por lo que deducen que sumergir las semillas de esta especie, por más de 12 h, acentúa la dormancia de las semillas y aumenta

significativamente el número de semillas incapaces de germinar, visto a través de la supresión de la germinación.

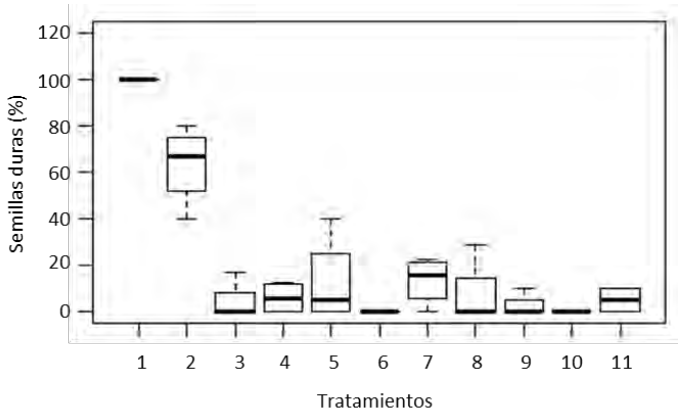


Figura 2. Porcentaje de semillas sin germinar (duras) duras por efecto de pre-tratamiento de semillas de *Prunus cercocarpifolia* Villarreal.

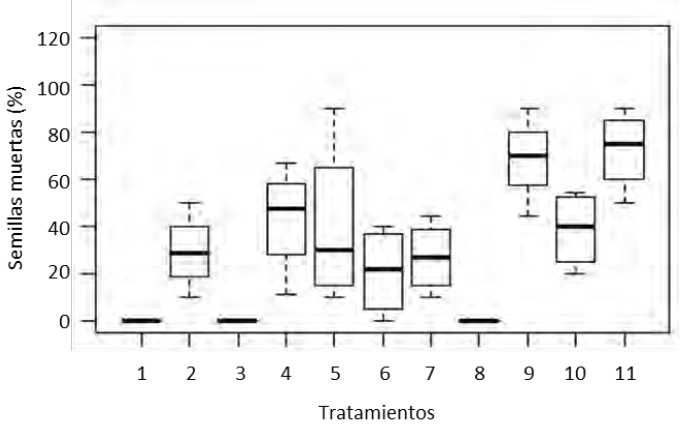


Figura 3. Porcentaje de semillas muertas por efecto de pre-tratamiento de semillas de *Prunus cercocarpifolia* Villarreal.

Así mismo, Sales *et al*. (2009) refieren resultados similares al aplicar tratamientos pregerminativos a semillas de *Cassia excelsa* Scharad, por remojo prolongado. Barceló (1982) y Schmidt (2000) plantearon que el efecto negativo de un remojo prolongado es debido al ahogamiento que produce el exceso de agua en las semillas, al repercutir en la respiración celular provoca daños irreparables en los tejidos y funciones vitales del embrión.

Efecto de pre-tratamiento en calidad de plántula

El análisis de varianza encontró diferencias altamente significativas por efecto de pretratamiento a las semillas *P. cercocarpifolia*. La calidad de plántula normal varió de 0 a 70% para los testigos (T1 y T2) y el tratamiento estratificación por 8 días a 5°C semillas con endocarpio (T8).

Se aprecia que los tratamientos T3, T6 y T8 son consistentes generar efectos positivos para la germinación de semillas y generación de plantas normales de *P. cercocarpifolia* (Figura 4). Así mismo, se observó un porcentaje de plántulas anormales de 6 a 40% para los tratamientos Imbibición en agua por 48 h a 30 °C semillas sin endocarpio (T6) e Imbibición en agua por 24 h a 25 °C semillas sin endocarpio (T4), respectivamente (Figura 5).

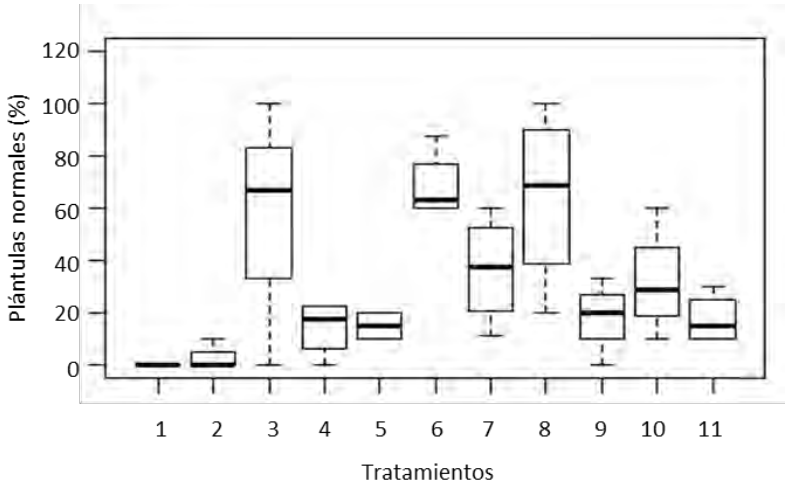


Figura 4. Porcentaje de plántulas normales provenientes de semillas de *Prunus cercocarpifolia* Villarreal por efecto de pre-tratamiento.

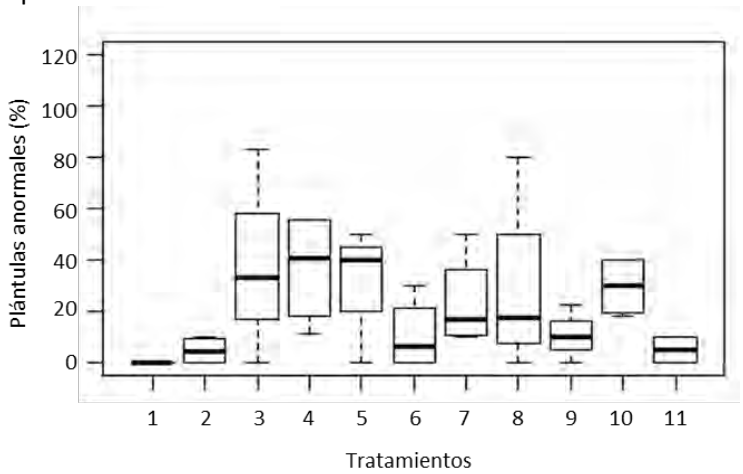


Figura 5. Porcentaje de plántulas anormales provenientes de semillas de *Prunus cercocarpifolia* Villarreal por efecto de pre-tratamiento.

CONCLUSIÓN

Para aumentar la tasa de germinación de semillas de *Prunus cercocarpifolia* Villarreal, especie endémica de la Sierra de Zapalinamé deben ser pre-tratadas con estratificación por 8 días a 5°C semillas con endocarpio o Imbibición por 48 h a 30°C semillas con endocarpio.

BIBLIOGRAFÍA

Barceló, C. 1982. Fisiología Vegetal. Madrid, España. Ediciones Pirámide.

Chauchard, L. 2016. Casos ejemplares de manejo forestal sostenible en Chile, Costa Rica, Guatemala y Uruguay. Santiago de Chile Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Encina-Domínguez, J.A., Encina-Domínguez, F. Mata-Rocha, F.J., E., & Valdés-Reyna, J. 2008. Aspectos estructurales, composición florística y caracterización ecológica del bosque de oyamel de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (83), 13-24.

FAO, 2015. La Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015 ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo? Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

ISTA. 2014. "International rules for seed testing". International Seed Testing Association (ISTA). Seed Science and Technology. Vol. 24. Supplement Rules. 335 pp.

Kuusela, O. P., Amacher G.S. 2016. A Review of Performance Bonding in Forest Policy Settings. Current Forestry Reports 2: 189-200.

International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International Rules for Seed Testing.Seed Sci. and Technol. P.O BOX 308, 8303 Basserdorf, CH-Switzerland, ISBN 3-906549-38-0. Edition 2004/1:700 copies

López, A. 2012. Deforestación en México: análisis preliminar. Ciudad de México. Centro de Investigación y Docencia Económicas AC.

Miller K., Chang E., Johnson N. 2001. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano. Washington DC. World Resources Institute.

NOM-059-SEMARNAT-SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana, Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres: Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Ciudad de México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación.

Retana-Guiascón O., Aguilar-Nah M., Niño-Gómez G. 2011. Uso de la vida silvestre y alternativas de manejo integral: El caso de la comunidad maya de Pich, Campeche, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems 14: 885-890.

Rodríguez-Sosa, J.L., Valdés-Roblejo, Y. y Rodríguez L.R. 2012. Tratamientos a semillas para mejorar la germinación de *Colubrina ferruginosa* Brong Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 18(1): 27-31.

Sales, G. R. S., Alves U., E., Pereira G., E., Quintas C., P. N., Serrano de M. M. & Bernardo S. K. 2009. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Myracrodruon urundeuva* Freire. Revista Árbore 33, 997-1003.

Schmidt, L. 2000. Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. Denmark. Danida Forest Seed Center.

SEMARNAT-CONAFOR, 2013. Inventario estatal forestal y de suelos. Guadalajara. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional forestal (CONAFOR).

Villanueva-López G., Martínez-Zurimendi P., Ramírez-Avilés L., Aryal D.R., Casanova-Lugo F. 2016. Live fences reduce the diurnal and seasonal fluctuations of soil CO2 emissions in livestock systems. Agronomy for Sustainable Development 36: 23.

Viveros V. H., Hernández, J.D., Velasco G.M.V., Robles S.R., Ruiz M.C., Aparicio R.A., Martínez H. M. J, Hernández V.J. y Hernández H. M. L. 2015. Análisis de semilla, tratamientos pregerminativos de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y su crecimiento inicial. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 6(30): 52-65.

Wilcox, D.A., Whillans T.H. 1999. Techniques for restoration of disturbed coastal wetlands of the Great Lakes. Wetlands 19: 835-857.

DISTRIBUCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y UBICACIÓN DE POTENCIALES INDIVIDUOS LONGEVOS DE (*Taxodium mucronatum* Ten.) EN "LOS PEROLES" SAN LUIS POTOSÍ

Aldo Rafael Martínez Sifuentes[1], José Villanueva Díaz[2], Fátima del Rocío Reyes Camarillo[2], Juan Estrada Ávalos[2]

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Gómez Palacio Durango, México. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias CENID-RASPA, Gómez Palacio, Durango, México.
*im_aldo09@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Uno de las patrimonios más importantes de un país se centra en sus recursos naturales, y México se puede preciar de poseer una de las diversidades biológicas más importantes del planeta (Rzedowski, 1978). Esta riqueza, sin embargo, en las últimas décadas ha venido en franco deterioro a consecuencia de un proceso acelerado de deforestación, del aprovechamiento deficiente de los recursos forestales, el sobrepastoreo y a cambios intensivos de uso del suelo (CONAFOR, 2008). Los especímenes centenarios o milenarios están confinados a lugares de difícil acceso; se llegan a localizar en terrenos ejidales de sitios remotos, áreas naturales protegidas y en asentamientos urbanos o rurales, así como en predios particulares. Sin duda alguna una de las especie más interesantes dentro del territorio nacional por su larga vida y belleza escénica es el sabino o ahuehuete (*Taxodium mucronatum* Ten.). Son los árboles más corpulentos y longevos que existen en el país. La palabra ahuehuete procede del Náhuatl, atl que significa agua y juegue, viejo o abuelo o viejo del agua. Se considera el árbol nacional de México (Luque, 1921). Se distribuye prácticamente en todo el país, siempre y cuando exista una fuente permanente o semipermanente de agua o en su defecto un manto freático muy superficial, de ahí que se localice en riveras de ríos, manantiales, o en humedales prácticamente en todas las entidades federativas, excepto en las penínsulas de Baja California y de Yucatán (Martínez, 1963).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se propuso un polígono de estudio que abarcara la superficie cuyo perímetro albergara los individuos de sabino (*Taxodium mucronatum* Ten), puesto el objetivo es la conservación de la zona y de igual manera la vegetación asociada al sabino para regulación y balance natural del ecosistema, en este caso el polígono abarca una superficie de 11,711.00 ha, y se localiza a 15 kms al noreste de la ciudad de Rioverde entre las latitudes 22°12'00'' y 22°02'00'' Norte y

longitudes 99°53’00’’ y 99°59’00’’ Oeste (Figura 1), el cual se extrajo del ordenamiento ecológico de la fracción del Valle de Rioverde y Ciudad Fernández (DOE, 2000).

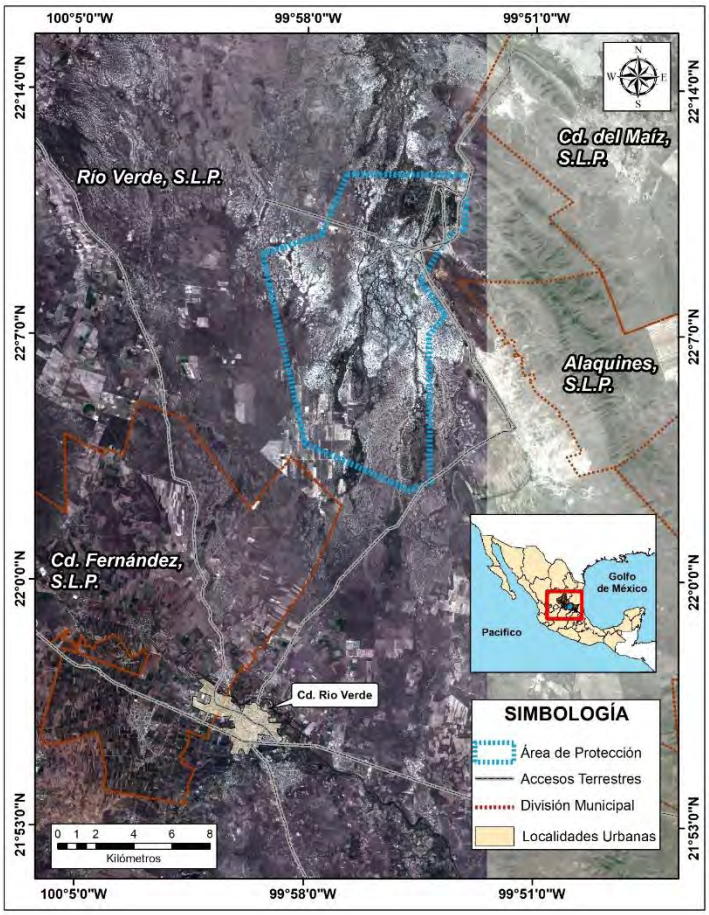


Figura 1. Ubicación geográfica del polígono de protección obtenido del Plan de ordenamiento ecológico del Valle de Rioverde y Ciudad Fernández en San Luis Potosí.

La distribución espacial de la vegetación existente en el polígono de conservación se generó de la siguiente manera, los polígonos de sabino fueron digitalizados en base a la ubicación espacial de referencia de la capa virtual de Google Earth empleando el Software de código abierto QGIS versión 2.18, la cual, de acuerdo a su resolución espacial, fue fácil distinguir y discriminar otros tipos de vegetación y seleccionar únicamente esta especie. Para el análisis de predicción de especies longevas consistió en obtener información de suelo y de orografía asociada a individuos de sabino datados y con edades que superan los mil años, con el fin de determinar mediante estas variables otros individuos que pudieran alcanzar estos registros históricos; los datos de suelo arena (%), limo (%), arcilla (%), capacidad de intercambio catiónico (cmolc/kg), contenido de carbón orgánico (g/kg), densidad aparente kg/m^3 y pH se

obtuvieron de SoilGrids con tamaño de pixel de 250 m (Hengl *et al*., 2017), y con ayuda del programa ArcGis de ESRI mediante la herramienta "*Extract multi values to points*" se extrajo el valor de pixel de los sabinos datados y de los digitalizados, los datos de terreno se generaron a partir del modelo digital de elevación del estado de San Luis del continuo de elevaciones Mexicano 3.0 del INEGI, cuyas variables obtenidas fueron la pendiente y la elevación. Todas las geoestadísticas obtenidas de los sabinos datados se resaltaron y homogeneizaron y se obtuvieron geoestadísticas de los sabinos digitalizados para determinar potenciales sabinos longevos al empatar los datos de los datados con los sabinos digitalizados que tuvieran las mismas características de suelo y orografía.

Para efectos de obtener la superficie de la vegetación asociada al sabino, se descargaron imágenes satelitales Sentinel 2 del año 2017 desde la plataforma Earth Explorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos, posteriormente se realizó una corrección atmosférica por el métodos Dark Object Substraction (DOS) (Chavez,1996), a través del Semi-Automatic Classification Plugin, y se calculó el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en inglés) , que denota la actividad fotosintética de la vegetación en base de las bandas del rojo e infrarrojo cercano (Tun *et al.,* 2008). Los valores del NDVI se obtuvieron empleando la ecuación de Hayes (1985).

$$NDVI = \frac{IRC - R}{IRC + R}$$

Para eliminar otro tipo de interferencias atmosféricas se obtuvo el máximo NDVI mensual mediante la composición del valor máximo (MVC por sus siglas en inglés) (Hope *et al*., 2003; Stow et al., 2004). Y se cuantificó un promedio anual que fue utilizado para realizar una reclasificación de acuerdo a los grupos de referencia propuestos por Merg *et al*., (2011). Nubes y agua (NA) < 0.01, Suelo sin vegetación (SV) 0.01-0.1, Vegetación ligera (VL) 0.1-0.2, Vegetación mediana (VM) 0.2-0.4 y Vegetación alta (VA) >0.4.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis de la vegetación de sabino arrojó un panorama actual de la distribución espacial y cuantificación superficial con 2.38 ha alojadas en el polígono de conservación mediante su digitalización por la capa de la plataforma Google Earth; de acuerdo a la reclasificación del

NDVI se obtuvo una superficie de mezquite de 1,291.09 ha, y de pastizal 10,146.91 ha (Figura 2).

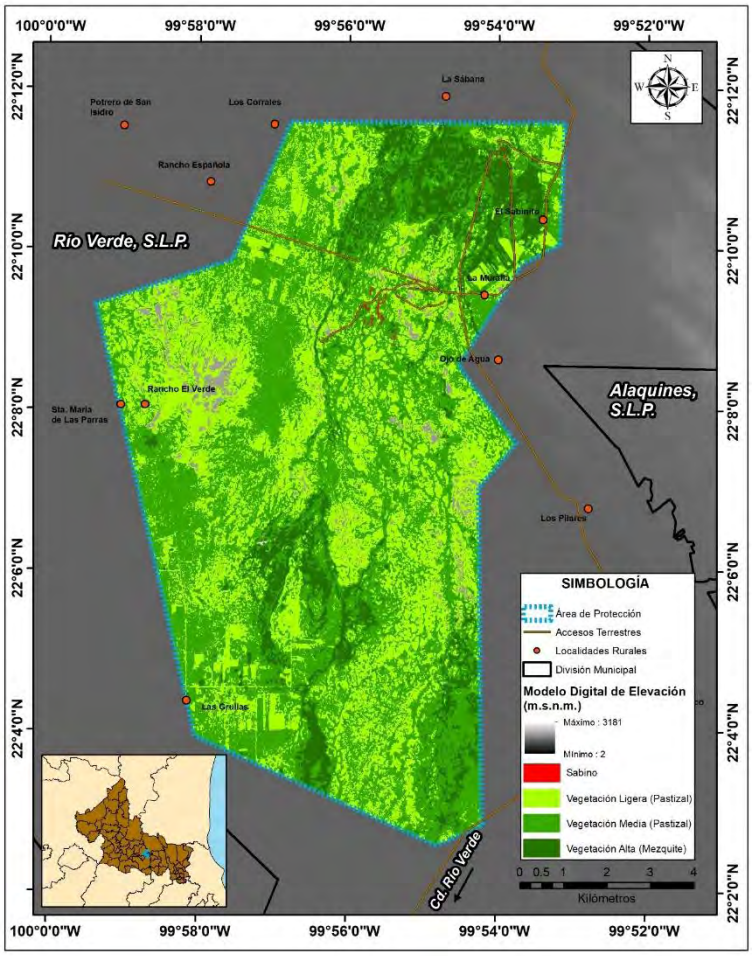


Figura 2. Reclasificación de la cubierta vegetal del polígono de estudio en base al NDVI.

En materia de ubicación de sabinos longevos (Figura 3), se determinaron nueve individuos por el análisis matricial de los sabinos digitalizados, los cuales obedecen a características de 0 pendiente, elevación de 1016 a 1020 msnm, porcentaje de arcilla de 35 y 36%, de arena de 31 y 33%, limo de 31%, capacidad de intercambio catiónico de 31 y 32 cmolc/kg, contenido de carbón orgánico de 5, 8 y 12 g/kg, densidad aparente de 1442 a 1515 kg/m^3 y pH de 76 a 79.

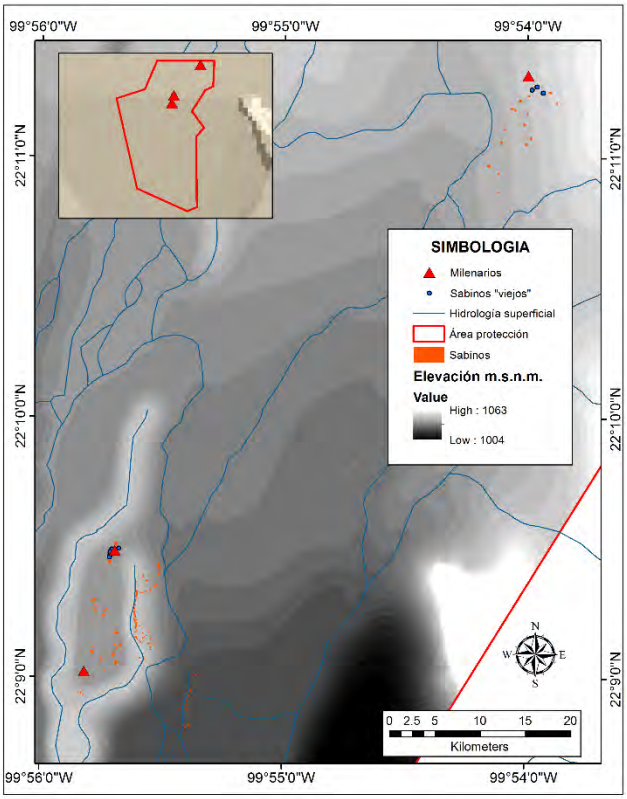


Figura 3. Ubicación de potenciales individuos longevos de sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) en "Los Peroles" San Luis Potosí.

CONCLUSIONES

Mediante el uso herramientas de Sistemas de Información Geográfica se pueden generar estudios ecológicos de ubicación y distribución de especies vegetales, aplicando criterios y usando información espacial alojada en diversas bases de datos generadas a partir de imágenes satelitales o modelamientos con resoluciones espaciales capaces de brindar buenos acercamientos a condiciones más locales con enfoques a ordenamiento y conservación de especies.

BIBLIOGRAFÍA

Chavez, P. S., 1996. Image-Based Atmospheric Corrections - Revisited and Improved Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, [Falls Church, Va.] American Society of Photogrammetry, 62, 1025-1036.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2008. Programa institucional 2007- 2012. SEMARNAT, CONAFOR. México, D.F. México. 62 p.

Dirección de Ordenamiento Ecológico (DOE). 2000. Plan de ordenamiento ecológico del Valle de Rioverde y Ciudad Fernández en San Luis Potosí. Modelo de ordenamiento ecológico del territorio. Anexo cartográfico carta 16.

Hayes, L. 1985. The Current Use of TIROS-N Series for Meteorological Satellites for Land-Cover Studies. International Journal of Remote Sensing, 6(1), 35-45.

Hengl, T., Mendes de Jesus, J., Heuvelink, G. B.M., Ruiperez Gonzalez, M., Kilibarda, M. et al. (2017) SoilGrids250m: global gridded soil information based on Machine Learning. PLoS ONE 12(2): e0169748. doi:10.1371/journal.pone.0169748.

Hope, A., Boynton, W., & Stow, D. 2003. Inter-annual growth dynamics of vegetation in the Kuparuk River watershed based on the normalized difference vegetation index. International Journal of Remote Sensing, 24(17), 3413–3425.

Luque, E. 1921. Voto razonado para elegir el árbol nacional. Sociedad Forestal Mexicana. Revista México Forestal 1 (9 – 10): 3.

Martínez, M. 1963. Las pinaceas mexicanas, Universidad Autónoma de México. México, D.F. México. 345 p.

Merg, C., Petri, D., Bodoira, F., Nini, M., Fernández, M., Schmidt, F., Montalva, R., Guzmán, L., Rodríguez, K., Blanco, F., & Selzer, F. 2011. Mapas digitales regionales de lluvias, índice estandarizado de precipitación e índice verde. Revista Pilquen, Sección Agronomía, 13(11), 1-11.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial LIMUSA. México, D.F. México 432 p.

Stow, D., Hope, A., & McGuire, D. 2004. Remote sensing of vegetation and land-cover change in Arctic Tundra Ecosystems. Remote Sensing of Environment, 89, 281–308.

Tun, F. J., R. Durán G. y B. Schmook. 2008. Estructura arbórea y variabilidad temporal del NDVI en los bajos inundables de la Península de Yucatán, México. Polibotánica. Num. 25. pp. 69-73.

UTILIDAD DEL POTENCIAL PRODUCTIVO EN LA PLANEACIÓN PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES DE CANDELILLA EN COAHUILA

Antonio Cano Pineda[1]*, Adrián Hernández Ramos[1], Celestino Flores López[2], Martín Martínez Salvador[3]

[1]INIFAP-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo Zacatecas Km 342+119 No. 9515, Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. [2]UAAAN, Dpto. Forestal. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. [3]UACH, Facultad de Zootecnia y Ecología. Chihuahua, Chihuahua, México. *cano.antonio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Los recursos no maderables se encuentran en todas las regiones forestales del país; en los ecosistemas de clima templado se presenta hasta ahora la mayor producción de estos bienes representando 54 % del total nacional (CONAFOR, 2001).

En los ecosistemas áridos y semiáridos de México se encuentran productos forestales no maderables (PFNM) en cerca de 2,200 especies, de las cuales actualmente son útiles 450, de los cuales 25 son de uso comercial, y 425 de uso doméstico regional, concentrando el 32 % de la producción nacional de recursos forestales no maderables (Tapia y Reyes, 2008). Las principales especies, en términos económicos de las que se obtienen productos, son: la candelilla, la lechuguilla, la yuca o palmilla y el orégano (CONAFOR, 2001).

La candelilla es un recurso forestal no maderable que tiene una gran diversidad de aplicaciones, se utiliza en la cosmetología, en la elaboración de tintas, adhesivos, recubrimientos, abrillantadores y pulimentos, siendo actualmente empleada en más de 20 industrias distintas de todo el mundo, principalmente en los Estados Unidos, la Unión Europea y Japón (Instituto de la Candelilla, 2018), además, es uno de los recursos naturales más importantes del norte de México, tanto para los pobladores de la región como para diversas industrias nacionales e internacionales (Canales *et al*., 2006).

México es el único exportador de cera de candelilla en el mundo, y las áreas productoras a nivel comercial se encuentran en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango, Zacatecas y Nuevo León, de los cuales Coahuila es el principal productor, con cerca del 88% de la producción nacional. Ante la necesidad de contar con materia prima abundante y suficiente que sostenga la cadena productiva de la cera de candelilla, el aprovechamiento intensivo ha sido una opción desde hace varias décadas, pero la intensa extracción ha ocasionado que, a pesar de la capacidad de regeneración de las plantas, muchas poblaciones naturales hayan sido eliminadas como resultado de la práctica tradicional de recolección, que implica la extracción total del individuo, incluida la raíz.

Por tal motivo, y con el fin de contribuir a la conservación del recurso y al aumento de la productividad de esta especie, desde el año 2002 se apoyaron proyectos de producción de candelilla en varios estados del norte de México (CONAFOR, 2011). Sin embargo, a la fecha no se tienen elementos técnicos para ninguna de las plantaciones establecidas, que permitan determinar que la productividad, en términos de cerote producido, sea superior al generado en poblaciones naturales; es por ello que para lograr una correcta planeación y contribuir de manera eficaz a la toma de decisiones, se hace necesario contar con argumentos técnicos que permitan normar los apoyos al fomento a la productividad, tal como lo establece la Estrategia Nacional de Incremento a la Producción Sustentable en su apartado "incremento de superficies con certificación de manejo forestal sustentable" (CONAFOR, 2016). El objetivo del presente trabajo fue determinar el potencial productivo en que fueron establecidas las PFC de candelilla en Coahuila y la utilidad de este como herramienta de planeación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio comprendió un análisis de las Plantaciones Forestales Comerciales (PFC) de candelilla en la región de Coahuila que integra los municipios de Ramos Arizpe, General Cepeda, Parras de la Fuente, San Pedro de las Colonias, Cuatro Ciénegas, Ocampo, Sierra Mojada, Monclova y Viesca. Teóricamente las mencionadas plantaciones deberían haberse localizado dentro del mejor potencial productivo que reúna las condiciones agroecológicas de desarrollo de la candelilla, por lo que complementariamente deberá de verificarse en campo tal situación, además de las condiciones de supervivencia de las mismas.

Se llevó a cabo un acopio de información que consideró los datos de expedientes de aprovechamientos de SEMARNAT, así como del padrón de apoyos económicos otorgados por CONAFOR desde 2003 al 2013, para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales de candelilla. Con esta información fue posible georreferenciar 59 polígonos de las PFC establecidas con apoyos CONAFOR y, posteriormente, clasificarlas de acuerdo a su gradiente de potencial productivo (alto, medio y no apto).

Para determinar dicho gradiente de potencial, y así poder establecer las condiciones agroecológicas en que fueron establecidas las plantaciones, en este estudio, se hizo uso de las herramientas de los sistemas de información geográfica (SIG), utilizando las bases de datos generadas por INIFAP (Martínez, 2014), para la clasificación del potencial productivo y zonificación forestal de zonas áridas, y así poder ubicar y clasificar los polígonos de cada plantación. Esta metodología permitió la clasificación de las variables de suelo, clima y relieve utilizando procedimientos espaciales en SIG mediante el uso y clasificación del modelo digital

de elevación 1:50,000, la incorporación de variables de suelo con cartografía edafológica y variables climáticas de estaciones meteorológicas del área de influencia. De estas bases de datos, solo se consideró la correspondiente al estado de Coahuila y solo para candelilla. El resultado final fue la integración de un modelo espacial de potenciales naturales que permitió identificar un gradiente productivo para la candelilla. Adicionalmente y con la finalidad de establecer coincidencias en los resultados, se utilizó una base de datos similar para el potencial productivo de candelilla, pero generada por Cisneros (2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestra la localización y el año de establecimiento de los polígonos georreferenciados de las PFC de candelilla que fueron apoyadas para su establecimiento en el estado de Coahuila mediante el PRODEPLAN, PROARBOL y PRONAFOR de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) desde el año 2003 hasta 2013 y su distribución por municipios en la entidad.

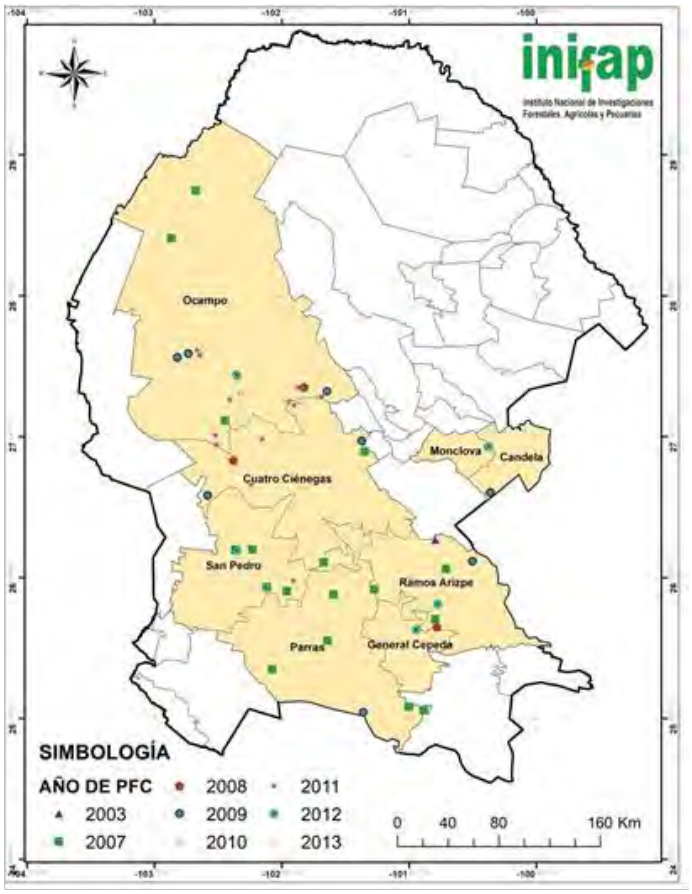


Figura 1. Ubicación y año de establecimiento de las Plantaciones Forestales Comerciales de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) establecidas en el estado de Coahuila por año de establecimiento y distribución por municipio.

Analizando la información capturada en la base de datos de los requerimientos ecológicos de candelilla por la metodología INIFAP (Martínez, 2014) se encontró que un 69% del total se encuentran en un potencial no apto para su desarrollo (41 plantaciones), mientras un 3 % del total (2 plantaciones) fueron establecidas en un potencial medio y las restantes 27 % (16 plantaciones) fueron ubicadas en un potencial considerado como alto (Figura 2).

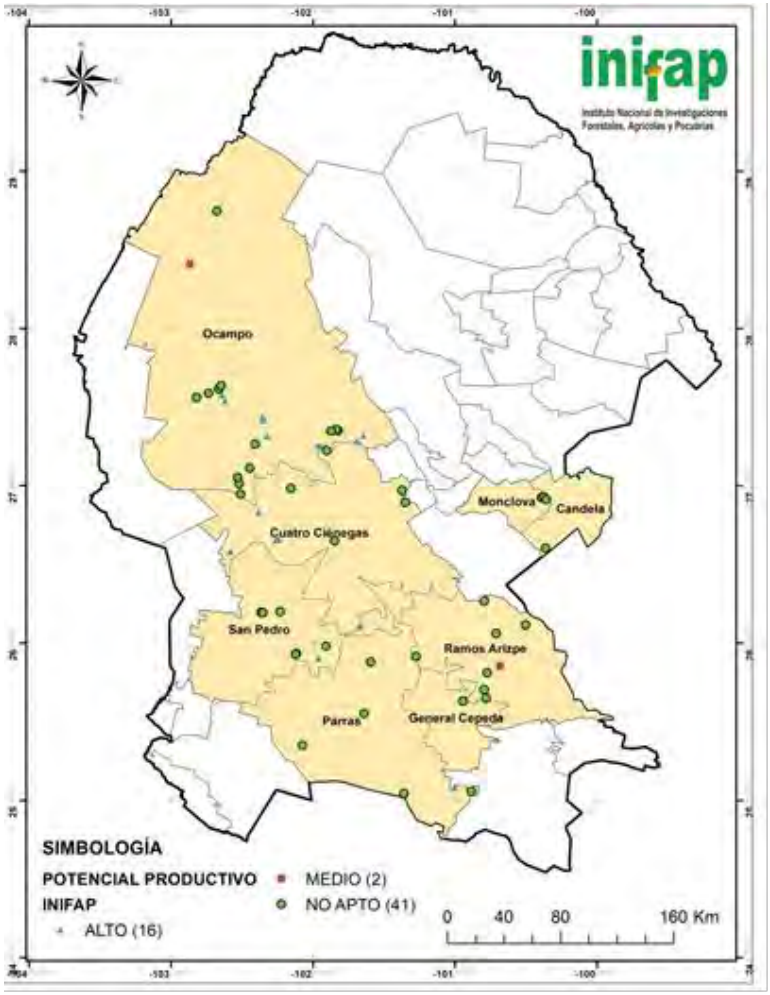


Figura 2. Clasificación del potencial productivo de las Plantaciones Forestales Comerciales de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) establecidas en el estado de Coahuila, definido por INIFAP (Martínez, 2014).

Por otro lado, al analizar la información de potencial productivo de candelilla con la metodología desarrollada por Cisneros (2015), se encontró que un 2% (1 plantación) se estableció en potencial no apto, mientras que en potencial bajo se ubicó un 61% (36 plantaciones) y solo el 5

% (3 plantaciones) del total (59 plantaciones) se establecieron en una zona con potencial alto (Figura 3).

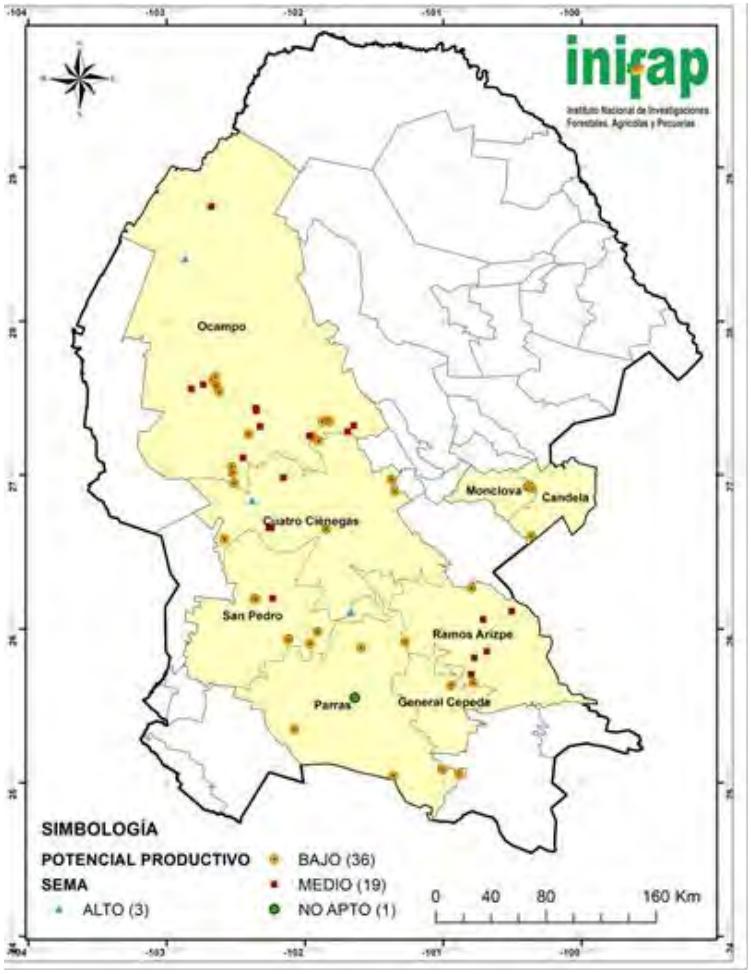


Figura 3. Clasificación de Plantaciones Forestales Comerciales de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) establecidas en el estado de Coahuila, de acuerdo al potencial productivo definido por Cisneros, (2015).

Puede deducirse de lo anterior que, no obstante que los dos potenciales son diferentes entre sí debido a que uno es más restrictivo (INIFAP) respecto a las condiciones de desarrollo de la especie, principalmente en la variable pendiente, (Martínez, 2014), son coincidentes en el aspecto de que la mayor parte de las plantaciones fueron establecidas dentro de un potencial bajo o no apto para su buen desarrollo.

Por otro lado, no existe evidencia técnica ni documental del aprovechamiento y manejo en ninguna de las plantaciones establecidas, por lo que se desconoce la productividad de las PFC de candelilla a más de 10 años del inicio de su establecimiento.

CONCLUSIONES

Cerca del 70% de las PFC de candelilla apoyadas para su establecimiento en el estado de Coahuila, se encuentran ubicadas dentro de un potencial no apto para el desarrollo eficiente (producción de biomasa) de la plantación.

El uso del potencial productivo como herramienta de planeación, contribuye a la localización de sitios con las mejores condiciones agroecológicas para el establecimiento de las PFC de candelilla.

BIBLIOGRAFIA

Canales G., E.; V. Canales M. y E. M. Zamarrón. 2006. Candelilla, del desierto mexicano hacia el mundo. Biodiversitas 69:1-5.

Cisneros, B.M.A. 2015. Áreas potenciales de distribución para tres especies forestales no maderables mediante la metodología multicriterio y SIG en Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN, Dpto. Forestal. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 71 p.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2001. Programa Estratégico Forestal para México 2025. México 191 p.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2011. Base de datos de los apoyos ProÁrbol para la elaboración de Estudios técnicos justificativos para el aprovechamiento de candelilla (2005-2011). México. s/p. (CD).

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2016. Las plantaciones forestales comerciales en México. http://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?p=2350. Consultado en febrero de 2018.

Instituto de la Candelilla. 2018. Aplicaciones. http://www.candelilla.org/?page_id=536&lang=es. Consultado en junio de 2018.

Martínez S. M. 2014. Patrones de distribución e indicadores de productividad para el aprovechamiento y conservación de especies forestales de zonas áridas. Proyecto CONACyT-CONAFOR C-02-2010-148094. México.

Tapia T. E. del C., y R. Reyes C. 2008. Productos forestales no maderables en México: aspectos económicos para el desarrollo sustentable. Instituto de Ecología A. C. México. 19 p.

ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN LA LAGUNA UTILIZANDO LAS RUTAS DE CONCENTRACION REPRESENTATIVAS (RCP´s)

Juan G. Martínez Rodríguez[1], Antonio Anaya Salgado[1], Arturo Reyes González[1] , Isidro Reyes Juarez[1]y Damián Torres – Hernandez[1]

[1] INIFAP – CIRNOC - Campo Experimental La Laguna
e-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCION

El norte de México se caracteriza por tener ambientes semiáridos en donde la precipitación es limitada y restringe los rendimientos de los cultivos agrícolas, de modo que para asegurar una buena producción se emplea el riego. En la Región Lagunera, los acuíferos están siendo sobreexplotados a un ritmo acelerado, llevando a una disminución significativa en los niveles freáticos y al consecuente uso no sustentable del recurso (Martínez Rodríguez, et al., 2005); además, esto acarrea altos costos de extracción debido al mayor requerimiento de potencia en los equipos de bombeo.

La agricultura de riego es la actividad local de mayor demanda de agua del subsuelo, con alrededor del 74% de este recurso destinado para el sector agrícola. Sin embargo, el aprovechamiento del agua es ineficiente, por lo que es necesario buscar opciones que ayuden a mejorar la eficiencia de su uso y crear escenarios favorables para su manejo a escala regional. No obstante, para la estimación de la distribución espacial del uso de agua se requieren nuevas herramientas de monitoreo de las tasas de consumo.

El clima siempre ha variado, el inconveniente del cambio climático es que en el último siglo el ritmo de esta variación se ha acelerado de manera especial, a tal grado que afecta al planeta. Al buscar la causa de esta aceleración, algunos científicos encontraron que existe una relación directa entre el calentamiento global o cambio climático y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), provocado principalmente por actividades antropogénicas (IPCC, 2013). Por lo tanto, esto provoca que exista variación en el clima principalmente en la temperatura y la precipitación, parámetros fundamentales en la producción agrícola.

El incremento en la temperatura aumenta la ET de los cultivos y necesidades de riego en algunos casos. En el norte y noroeste de México la demanda de agua se incrementa, al ser más frecuente el estrés hídrico (Martínez Rodríguez, et al., 2009). La distribución de plagas, enfermedades y fenología de los cultivos de importancia económica puede variar, la capacidad de control natural y el rendimiento podría disminuir.

Recientemente, el IPCC libero cuatro nuevos escenarios climáticos conocidos como Patrones de Ruta de Concentración (RPC, por sus siglas en inglés) los cuales vienen a sustituir los escenarios climáticos del Reporte de 2007. Estas rutas de concentración pretenden incluir todos los forzantes climáticos de tal manera que actúen de forma integral sobre el balance energético de la atmósfera (Moss *et al.,* 2008). El objetivo de este trabajo es estimar la evapotranspiración regional utilizando como entrada los RPC´s liberados por el IPCC (2013) y observar su efecto en las necesidades hídricas de cultivos, como el maíz forrajero, en la Comarca Lagunera.

MATERIALES Y METODOS

Escenarios del Cambio Climático y Evapotranspiración**.** Para el cálculo de los valores de evapotranspiración potencial se utilizó la cartografía digital de la Comarca Lagunera a escala 1:50,000 proveniente del INEGI, así como el modelo de elevación digital del terreno y la distribución espacial de las Temperaturas Máxima, Mínima y Promedio de la Comarca Lagunera. Lo anterior, forma parte de la cartografía climática interpolada de muy alta resolución (Hijmans, *et al.,* 2005) generada por el Global Climate Data - World Clim en la Universidad de California en Berkeley y que está disponible en la página www.worldclim.org.

Los datos disponibles son proyecciones climáticas provenientes de los modelos climáticos globales (GCM) para cuatro vías o rutas de concentración representativas (RCP). Estas son las proyecciones del clima más recientes a partir de los GCM y que son utilizados en el Quinto Reporte de Evaluación del IPCC (2013). La salida del GCM fue ajustada y puesta a una mayor escala (downscaled), calibrado y corregido de sesgos utilizando WorldClim 1.4 como clima 'actual' de referencia.

Los escenarios cubren el rango de valores de forzamiento radiactivo hasta el año 2100 encontrados en la literatura mundial, esto es de 2.6 hasta 8.5 Watts/m^2. Los RCP´s son el resultado del esfuerzo innovador y colaborativo entre modeladores del clima, modeladores de ecosistemas terrestres, así como de expertos en el inventario de emisiones. Los productos resultantes, forman un grupo de datos comprensivo alta resolución espacial y sectorial para el periodo que se extiende hasta el año 2100.

La información cartográfica fue procesada utilizando el Sistema de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) ARCMAP 10.2.2©. Dentro de la Caja de Herramientas (Toolbox) se utilizó la Calculadora de Mapas (Map Calculator) para determinar la Evapotranspiración Potencial de acuerdo al Método de Margraves (Allen *et al,.*1998) el cual requiere como datos de entrada: Temperaturas Máxima, Mínima y Promedio, así como la Radiación Solar para el sitio

bajo estudio. La Radiación Solar fue calculada a través del uso de Herramienta "Areal Solar Radiaton" misma que se encuentra dentro de las herramientas del Analista Espacial (Spatial Analyst Tools). El cálculo de la Radiación Solar requiere la posición geográfica en grados decimales, así como la orientación y pendiente de la superficie del terreno, mismos que se generan a partir del Modelo de Elevación Digital del Terreno.

Con la finalidad de hacer más rápido el procesamiento de la información se utilizó el Software Model Builder©, el cual forma parte de la Suite de programas de ARCGIS©10. Como su nombre lo indica, este software sirve para generar pequeños programas que se pueden utilizar de manera repetitiva y que tiene como datos de entrada mapas cartográficos los cuales pueden ser manipulados matemáticamente utilizando la Calculadora de Mapas y otras herramientas.

RESULTADOS Y DISCUSION

La información proveniente del World Clim permitió determinar la variación espacial de las temperaturas máxima, mínima y promedio sobre los quince municipios que comprenden la Comarca Lagunera (CL). En las siguientes Figuras solo se discuten las diferencias encontradas entre los valores promedio (1950 – 2000) con respecto a los valores predichos en el escenario RCP 8.5 (concentración de GEI), lo anterior se debe a que fue este escenario el que presentó mayores diferencias en términos de ET y distribución de temperaturas.

La Figura 1 presenta la distribución espacial de la temperatura máxima promedio para el mes de mayo y se observa que el rango de temperaturas para la CL es de los 25°C a los 36°C presentándose en la mayoría de los municipios entre 33 y 36°C aproximadamente. Las temperaturas más bajas (25°C) se presentan en las partes altas de las sierras regionales.

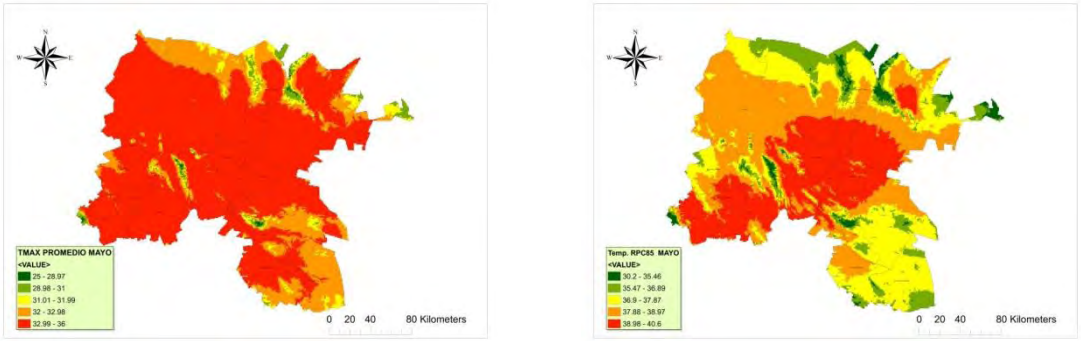


Figura 1. Distribución espacial de la temperatura máxima y RCP 8.5 del mes de mayo.

En esta misma Figura se observa la distribución espacial de la temperatura máxima en el escenario RCP 8.5, se observa que los valores se incrementan sustancialmente con respecto al promedio de cincuenta años. El rango de temperatura máxima va de 30 hasta 40°C, lo que representa un incremento de 5°C en promedio para los municipios de la CL. Las temperaturas más altas, (38 a 40°C) se sitúa en la parte central de la CL, siendo los municipios de Torreón, Matamoros, Gómez Palacio y Lerdo los que se encuentran en esta zona que corresponde, en su mayoría, con el Distrito de Riego 17.

La evapotranspiración calculada para el mes de mayo considerando los valores de temperatura máximo, mínimo y promedio del registro climático de cincuenta años se presenta en la Figura 2, en ella se observa que el rango de ET para el mes de mayo va desde un mínimo de 99 mm hasta un máximo de 135 mm. Los municipios, en general, con los valores más bajos son: Viesca, San Pedro, Francisco I. Madero y una parte de Tlahualilo, Dgo. Mientras que los valores más altos se sitúan en los Municipios de la parte Oeste, siendo éstos: Rodeo, San Pedro del Gallo y San Luis del Cordero, en el Estado de Durango.

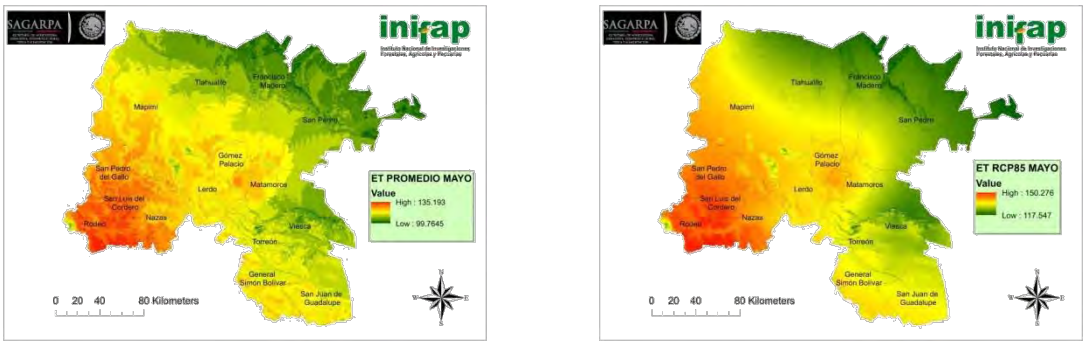


Figura 2. Distribución espacial de la ET del mes de mayo y escenario climático RCP 8.5.

.

La distribución espacial de ET en el escenario RCP 8.5 es básicamente la misma que la observada y presentada en el párrafo anterior. La diferencia la establece el rango de temperaturas el cual se incrementó en un promedio de 16 mm para el mes de mayo. El rango de valores va desde un mínimo de 117 mm evapotranspirados hasta un máximo de 150 mm, aproximadamente.

La información presentada aquí corresponde únicamente al mes de mayo promedio del registro de cincuenta años y al escenario RCP 8.5. Sin embargo, la evapotranspiración se calculó para las cuatro fechas de siembra establecidas y para tres de los cuatro escenarios RCP, siendo éstos: 2.5, 4.6 y 8.5. Como ya se mencionó solo se presenta el escenario 8.5 ya que este arroja

la mayor diferencia con respecto a los valores obtenidos al correr el modelo con los valores promedio observados.

La Figura 3 presenta la relación existente encontrada entre los valores de ET Observados (X) con respecto a los valores de ET calculados con el modelo utilizando la información proveniente del escenario RCP8.5, en ella se observa la estrecha relación lineal existente la cual tiene un coeficiente de determinación de aproximadamente un 74%, lo cual se considera muy bueno para este tipo de trabajos, considerando la resolución espacial de los datos de entrada de los escenarios.

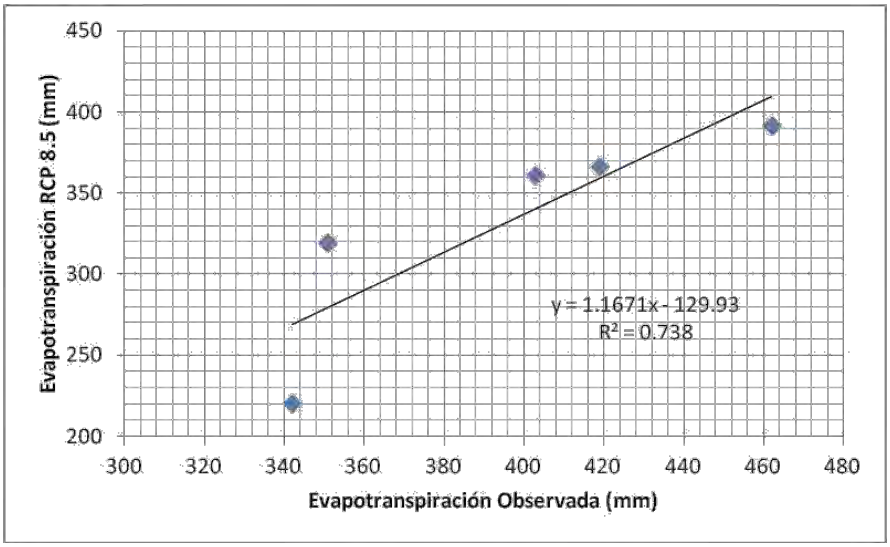


Figura 3. ET observada en el ciclo del cultivo de maíz y su relación con la ET calculada en el escenario RCP 8.5.

CONCLUSIONES

El escenario climático RCP8.5 muestra modificaciones en los valores de las temperaturas máximas y mínimas de 4.5°C y 5.5°C, en promedio con respecto a la distribución espacial de éstas en la Comarca Lagunera, respectivamente. Lo anterior trae como consecuencia que los valores de la evapotranspiración se modifiquen entre un 15 y un 25% con respecto al valor actual observado.

Las necesidades hídricas del cultivo (en RCP8.5) se incrementan a lo largo del ciclo del mismo, especialmente para las fechas de siembra tempranas, ocasionando una sobre demanda de aproximadamente 130 mm lo cual, ocasionaría modificaciones al calendario del riego actual que se sigue en la Región Lagunera, con la finalidad de no afectar el rendimiento y desarrollo del maíz forrajero.

BIBLIOGRAFIA

Allen, R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration. FAO Irrigation and drainage Paper 56, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 300.

IPCC. 2013. Fifth Assessment Report-Climate Change 2013: The scientific basis. Approved by IPCC Working Group I in Geneva, October 2013. En línea: www.ippc.ch/

Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G. and Jarvi A., 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for Global land áreas. Int. J. Climatol. 25: 1965–1978 (2005). Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/joc.1276

Martínez Rodríguez, J. G., Rivera González M. y Faz Contreras R., 2005. Determinación espacial de la vulnerabilidad de un acuífero a ser contaminado por nitratos. Revista AGROFAZ 5(3) diciembre 2005.

Martínez Rodríguez, J.G., Roblero Cortez A.E. y Álvarez R. V de P. 2009. Efecto del cambio climático sobre la tasa de evapotranspiración regional en la Laguna. XXI Semana Internacional de Agronomía FAZ – UJED., p 177 – 181. Gómez Palacio; Durango. Noviembre 2009.

Moss R., Mustafa Babiker, Sander Brinkman, Eduardo Calvo, Tim Carter, Jae Edmonds, Ismail Elgizouli, Seita Emori, Lin Erda, Kathy Hibbard, Roger Jones, Mikiko Kainuma, Jessica Kelleher, Jean Francois Lamarque, Martin Manning, Ben Matthews, Jerry Meehl, Leo Meyer, John Mitchell, Nebojsa Nakicenovic, Brian O'Neill, Ramon Pichs, Keywan Riahi, Steven Rose, Paul Runci, Ron Stouffer, Detlef van Vuuren, John Weyant, Tom Wilbanks, Jean Pascal van Ypersele, and Monika Zurek (2008). *Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies* (PDF). Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. p. 132.

PRODUCCIÓN DE INOCULANTES A BASE DE *Azospirillum spp*. NATIVAS DEL VALLE DEL GUADIANA, DURANGO, MÉXICO

Erika Cecilia Gamero Posada, Alondra Ibarra Ramírez*, Blanca Andrea Perales Ponce, Sonia Valdez Ortega e Ixchel Abby Ortiz Sánchez

Instituto Tecnológico Del Valle Del Guadiana, Km 22.5 Carretera Durango-México, Villa Montemorelos, Dgo. , México. C.P. 24371. *e-mail: alondra_iibarra@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El suelo es un elemento clave para el mantenimiento de la vida sobre la Tierra. Además de ser el principal soporte de la vegetación, la infraestructura y el hábitat de la biodiversidad, participa de manera esencial en el funcionamiento de cualquier ecosistema. Sin embargo la degradación de éste, es un fenómeno presente en todo el mundo, teniendo diferentes niveles e impactos en la sociedad. Uno de los principales efectos negativos de la degradación del suelo es la reducción de la capacidad de producir alimentos para toda la población, problema que está dado por la contaminación de los suelos con químicos como insecticidas, herbicidas y fertilizantes (Acuña *et. al*., 2001).

Con la finalidad de reducir los efectos negativos de la utilización de agroquímicos, en las últimas décadas la biotecnología ha impulsado fuertemente el uso de productos de origen biológico, tal es el caso de ciertos microorganismos del suelo que pueden incrementar la disponibilidad de nutrientes para las plantas y/o que producen compuestos, tales como vitaminas, hormonas y antibióticos que contribuyen a la salud vegetal y a la obtención de altos rendimientos agrícolas.

En agricultura el nitrógeno es el principal nutriente para el crecimiento de las plantas, en suelos donde no se encuentra disponible este elemento llega a ocasionar una deficiencia nutrimental y por ende, los rendimientos de los cultivos son bajos. El uso de inoculantes a base de bacterias como las del género *Azospirillum spp*. que son consideradas como fijadoras de nitrógeno, y al ser aisladas de la rizósfera, sirven como inoculantes para las semillas, además estas bacterias devuelven gran cantidad del nitrógeno inorgánico del suelo a la atmósfera. Según Okon y Vanderleyden (1997), dentro de los mecanismos de acción directos de estas rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) sobre las plantas, se encuentran el mejoramiento de la germinación, el desarrollo del sistema radical, la nutrición mineral y la fitoestimulación (utilización del agua), parámetros observados en varias especies de los géneros *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, entre otros.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue producir inoculantes bacterianos, a base de *Azospirillum spp*. aisladas de suelos de cultivo ubicados en la región del Valle del Guadiana, en el Estado de Durango, con el interés de ser aplicados posteriormente sobre cultivos regionales y evaluar su efecto sobre el rendimiento y calidad de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología Vegetal y campos de cultivo del Tecnológico Nacional de México campus Valle del Guadiana, que se encuentra ubicado en el km 22.5 carretera Federal 45 Durango-México.

En Octubre de 2017 se recolectaron 20 muestras de raíces de cultivos de *Amaranthus hypocondriacus* en la etapa de ~~-~~grano lechoso". Para el muestreo se utilizaron herramientas de jardinería previamente desinfestadas por sumersión en hipoclorito de sodio comercial al 5%. Cada muestra se colocó dentro de bolsas plásticas resellables esterilizadas con luz UV-C, debidamente etiquetada y se trasladaron inmediatamente al laboratorio para su procesamiento.

Para el aislamiento de cepas nativas de *Azospirillum spp.* que colonizan la superficie radicular, cada raíz se lavó suavemente con agua corriente para eliminar el exceso de suelo de la rizósfera y enseguida se realizaron dos lavados con agua destilada estéril y uno más con diluyente de Butterfield. Sobre una charola desinfestada con hipoclorito de sodio comercial al 5 %, se cortaron las raíces con ayuda de bisturí y pinzas de disección en fragmentos de 2 cm de largo y luego, bajo condiciones asépticas, se colocó un fragmento dentro de medio Nfb semisólido modificado (Holguín *et al.*, 1996) en tubos de ensaye, a unos 10 mm por debajo de la superficie del medio. Los tubos se incubaron a 30 °C por 5 a 10 días, hasta que el crecimiento se presentó de manera evidente como una capa blanquecina a unos 5 mm por debajo de la superficie del medio de cultivo.

El aislamiento de bacterias que colonizan la parte interna de la raíz, se realizó colocando aproximadamente 10 g de raíces lavadas con agua y diluyente de Butterfield dentro de un frasco de molienda que contenía 90 mL del mismo buffer. Enseguida la muestra se molió a alta velocidad durante 2 min. En condiciones de asepsia se tomaron tres alícuotas de la suspensión y fueron sembradas por estría en cuadrante sobre medio Nfb modificado (Holguín *et al.*, 1996) solidificado con 10 g L^{-1} de agar agar. La incubación se llevó a cabo a 30 °C por 3 a 5 días, hasta observar colonias pequeñas blanquecinas o que adquieren ligeramente el color del medio de cultivo. Para la obtención de colonias aisladas de bacterias fijadoras de nitrógeno que fueron

aisladas en medio semisólido en tubo, se resembró una alícuota de la capa blanquecina que se forma por debajo de la superficie del medio sobre Nfb modificado sólido.

Todos los aislados obtenidos en Nfb sólido fueron sometidos a una tinción de Gram y cuando se observaron bacilos Gram negativos, se seleccionó la colonia y se resembró en el mismo medio para confirmar su metabolismo fijador de nitrógeno. Enseguida, para reconocer las colonias de *Azospirillum spp.,* que facilitara su aislamiento del resto de los géneros que pueden crecer sobre Nfb, se realizó una resiembra en el medio de cultivo Rojo Congo, que consiste en medio Nfb suplementado con 15 mL L^{-1} de solución acuosa de rojo Congo (1:400) esterilizado por separado. Las placas se incubaron durante 48 h a 30 °C. Se seleccionaron aquellas colonias teñidas de rojo obscuro o escarlata y se sembraron en agar nutritivo, en donde se confirmó su morfología colonial (Holt *et. al*., 1994; Pérez y Casas, 2005).

Para la reproducción masiva de los diferentes aislados de *Azospirillum spp.*, primeramente se procedió a la obtención de una suspensión bacteriana que sirviera como inóculo. Se inició tomando una alícuota de colonias crecidas en agar nutritivo y se suspendió en 1 mL diluyente de Butterfield estéril, se agitó durante 1 min y luego se tomaron 500 µL que se sembraron sobre agar nutritivo por extensión en superficie, la incubación se realizó durante 48 h a 30 °C (Madigan *et. al*., 2004). Para la cosecha de las bacterias se añadió diluyente de Butterfield estéril sobre el cultivo y se levantó la biomasa con la ayuda de una varilla en L, se colectó la suspensión con una pipeta y se almacenó en un tubo Corning hasta su uso. 5 mL de este inóculo se sembraron en 400 mL de caldo nutritivo y se incubó a 30 °C por 2-7 días en agitación constante a 200 rpm. Los inoculantes así obtenidos se lavaron por centrifugación a 5000 rpm con diluyente de Butterfield estéril y el total de la biomasa recuperada se re-suspendió en 50 mL del mismo buffer y se refrigeró a 4°C.

Se calculó el rendimiento de cada aislado (UFC mL^{-1}) utilizando la técnica de recuento en placa con la correspondiente curva de calibración por turbidimetría a 660 nm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del 60 % de muestras de raíces de amaranto colectadas se logró obtener bacterias fijadoras de nitrógeno en medio Nfb. El 58.3 % resultó positivo para el aislamiento de *Azospirillum spp.,* confirmado con tinción de Gram, crecimiento en rojo Congo y morfología en agar nutritivo. Este resultado es coincidente con los de García *et. al*. (2010), que aislaron bacterias fijadoras de nitrógeno del 65.38% de las muestras de raíces de plantas de arroz analizadas, y el 55.77%

coincidieron con el aislamiento de *Azospirillum spp.* El 91.66 % de los aislados positivos para *Azospirillum spp*. se obtuvieron de la superficie radicular de las plantas (Figura 1).

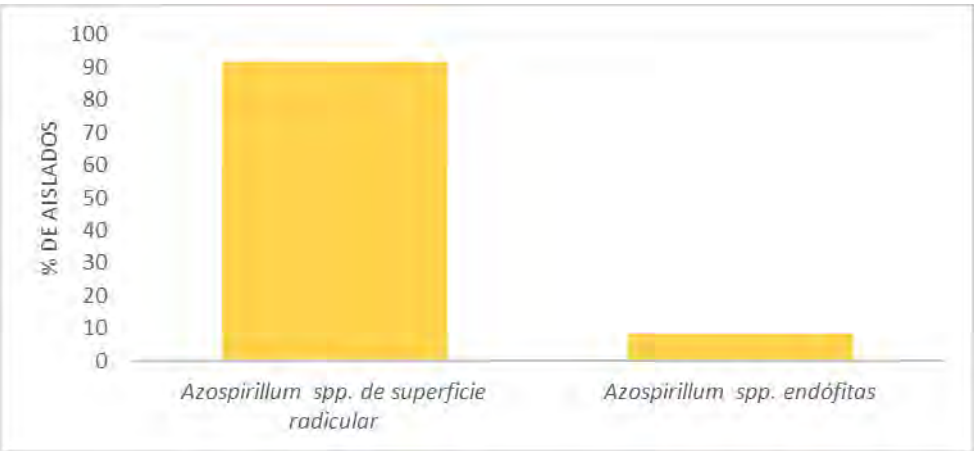


Figura 1. Porcentaje de aislados positivos para *Azospirillum spp.* provenientes del exterior o interior de raíces.

Los aislados obtenidos en el medio de cultivo rojo Congo presentaron todos colonias de color rojo escarlata, con una textura viscosa, de forma redondeada pero con bordes irregulares, umbonadas y un tamaño entre los 3 a los 6 mm de diámetro (Figura 2), coincidente con la morfología descrita por Holt *et. al*. (1994) y Pérez *et. al*. (2010).

La cuantificación de células por mL de inoculante obtenido, de cada uno de los 7 aislados de *Azospirillum spp.* confirmados se muestran en el Cuadro 1, pudiendo observar que el aislado A8-2.1 presenta el mayor rendimiento, seguido del A9. Experimentos realizados con la inoculación de *Azospirillum brasilense* cepa Cd han sugerido que esta bacteria puede mejorar la absorción de nutrientes y la fijación de nitrógeno en diferentes cultivos (Dobbelaere *et. al*., 2002). Uno de los mecanismos de acción más estudiados en esta bacteria es la producción de hormonas, especialmente auxinas, las cuales ejercen un marcado efecto positivo en el crecimiento de las plantas (Remans *et. al*., 2007).

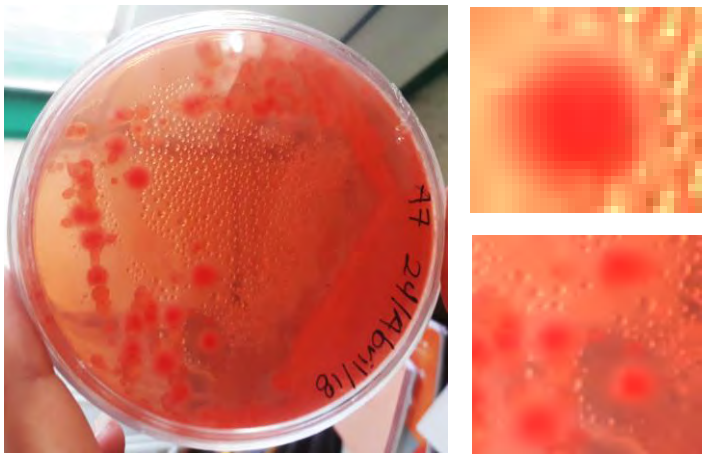


Figura 2. Morfología colonial de aislados de *Azospirillum spp*. en agar rojo Congo

Cuadro 1. Rendimiento de aislados de *Azospirillum spp.* obtenidos de tierras de cultivo del Valle del Guadiana, Durango

Aislado	Volumen cosechado (mL)	Rendimiento (UFC/mL^{-1})	
		Turbidimetría	Recuento en placa
A8-1.1	11	5.59×10^{16}	5.59×10^{16}
A12	5	sd	sd
A9-1	9	1.10×10^{15}	1.1×10^{15}
A10	8	5.28×10^{15}	5.27×10^{15}
A5	7	8.50×10^{14}	8.5×10^{14}
A9	7.5	6.90×10^{16}	6.9×10^{16}
A8-2.1	11.5	1.20×10^{17}	1.96×10^{17}

sd: sin datos

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que es posible obtener aislamientos de *Azospirillum spp.* de raíces de cultivos, en este caso de amaranto, establecidos en suelos del Valle del Guadiana, en el Estado de Durango, y confirmarlos con técnicas que evalúan su morfología y fisiología. Se seleccionaron dos aislados promisorios para ser utilizados como biofertilizantes, a los que habría de determinarles la cantidad de nitrógeno fijado y la producción de ácido indolacético, como medidas directas de la capacidad de incrementar la disponibilidad de nutrientes para las plantas y de producir hormonas que contribuyen a la salud vegetal, respectivamente, para determinar si el alto rendimiento coincide con la eficiencia en la promoción del crecimiento vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

Acuña, O.; Rodríguez, E.; Llano, A.; Calderón, V.R.; Flores, G.; Viana, A.; Lépiz, R. 2001. Validación técnica de inoculantes en frijol con cepas de *Rhizobium* eficiente en fijación de nitrógeno en Centroamérica. Agronomía mesoamericana 12(I). P.p. 25 – 31.

Dobbelaere, S. 2002 the phtyostimulatory effect of *Azospirillum brasilense.* PhD thesis, KULeuven.

García, F.; Muñoz, H.; Carreño, C.; Mendoza, G. 2010. Caracterización de cepas nativas de *Azospirillum* spp. Y su efecto el desarrollo de *Oryza sativa* L. ―arroz" en Lambayeque. Departamento de Microbiología y Parasitología Univ. Nac. Pedro Ruiz Gallo Av. Juan XXIII 391. Lambayaque Perú.

Holguin, G.; Bashan, Y.; Ferrera-Cerrato, R. 1996. Interacción entre plantas y microorganismos benéficos: III. Procedimientos para el aislamiento y caracterización de hongos micorrizos y rizobacterias promotoras de crecimiento en plantas. Terra. P.p. 211 – 227.

Holt, J.G: N.; Aneath, P.; Stoley, J.; William, S. 1994. Bergey's Manual of DeterminativeBacteriology. 9 ed. The Williams & Wilkins Co, Baltimore. P.p. 107 – 116.

Madigan, M. T.; Martinko, J. M.; Parker, J. 2004. Brock. Biología de los Microorganismos. 10ª Edición. Editorial Pearson. P.p 142.

Okon, Y. y J. Vanderleyden. 1997. Root associated *Azospirillum* species can stimulate plants. ASM News 63 (7): P.p. 366 – 370

Pérez, J.; Casas, M. 2005. Estudio de la interacción Planta *Azospirillum* en el cultivo de la caña de azúcar (INICA). Boyeros. Cuba.

Pérez, F.R.; Cupull, R.; Alvarado, Y.; Díaz, B.; Torres, R. 2010. Aislamiento y caracterización morfológica de bacterias endófitas en sorgo (*Sorghum bicolor (*L.) Moench). Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central ―Marta Abreu" de las Villas.

Remans, R.; 2007. Searching for nitrogen under phosphorous deficiency: the interplay between common beans (*Phaseolus vulgaris L.). Rhizzobium* and plant growth-promoting rhizobacteria. PhD thesis, KULeuven. Belgium.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE CARBÓN DE MEZQUITE ELABORADO CON HORNO PORTÁTIL Y MADERA PRODUCIDA EN DURANGO, MÉXICO

Blanca Isabel Sánchez Toledano[1*], Rafael Jiménez Ocampo[2], Julio César Ríos Saucedo[2]

[1]Campo Experimental Zacatecas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo. 98500, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México.
[2]Campo Experimental Valle de Guadiana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital. C. P. 34170. Durango, Dgo. México.
Email: sanchez.blanca@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Desde épocas remotas, el mezquite (*Prosopis spp.*) ha constituido un recurso valioso para los habitantes de zonas áridas, quienes encontraron en él múltiples beneficios, ya que todas las partes de la planta son susceptibles de ser utilizadas. Ha sido considerado como un denominador cultural común para los pueblos nómadas de cazadores-recolectores que habitaron el norte de México y el sur de Estados Unidos (CONAZA, 1994).

En la actualidad, existe en el mercado nacional e internacional una gran demanda de carbón vegetal elaborado con procesos de producción eficientes y redituables los costos de venta de este producto se encuentran entre 2 y 5 pesos por kilogramo en la región y a 0.50 dólar por kilogramo en exportación (Correa, 2006). Para producir el carbón de calidad en especial de mezquite que demanda el mercado, son necesarios hornos que alcancen altas temperaturas, superiores a los 350 grados centígrados (°C), que logren extraer la mayor parte de los líquidos contenidos en la leña al ser sometida al proceso de carbonización (Compeán, 2003).

Los hornos de mampostería y metálicos son en la actualidad los que están dando buenos resultados en la producción del carbón con menos impurezas y con un porcentaje de carbono fijo más alto. Esto está relacionado a su diseño y proceso de carbonización más eficiente que las parvas de tierra.

Los hornos de mampostería presentan tres desventajas: 1) son fijos, 2) requieren grandes inversiones y 3) es necesario personal especializado para su construcción y operación. En cambio, los hornos metálicos son portátiles, requieren menos inversión inicial y no presentan desventajas en su construcción y operación.

Con base en lo anterior el INIFAP a través del Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG) diseñó y modifico un horno metálico que se pudiera fabricar en talleres con máquinas elementales, dando como resultado después de varias pruebas El Horno Metálico Tipo ―CEVAG" (Barretero y Compeán, 2000).

Durante varios siglos el carbón ha sido utilizado como combustible para cocinar. Como características tiene la ausencia de humo y peso liviano. Una de las principales funciones del proceso de carbonización es eliminar el agua contenida en los tejidos de la madera, aunque es prácticamente imposible eliminar completamente la humedad inherente, la cual puede ser superficial, higroscópica, derivada de la descomposición vegetal y la contenida en los minerales presentes en el carbón. La materia volátil incluye todos los componentes del carbón, exceptuando la humedad, las cuales son liberadas a altas temperaturas en ausencia del aire. Las cenizas son los residuos que quedan después que el carbón es incinerado en su totalidad (Guardado *et al*., 2010) y se considera que el valor bajo de esta variable es indicador de una mayor calidad del producto. El carbón fijo es la materia presente después que se extraen los materiales volátiles del carbón. Entre más alto es el contenido de volátiles y carbón fijo, más combustible tiene el carbón y su calidad es mejor (Guardado *et al*., 2010).

En la clasificación comercial del carbón influye también el tamaño de los trozos y este atributo es determinado por el grado de rotura que sufre durante la manipulación (Guardado *et al*., 2010) y es utilizado para establecer la categoría de calidad del producto. Desde el punto de vista económico es importante establecer la eficiencia entre la cantidad de madera utilizada en la elaboración de carbón y la producción de cada una de las categorías comerciales de este producto. En este aspecto, influye el diámetro del tallo y la distribución diamétrica de las ramas primarias y secundarias del árbol de mezquite utilizado en la elaboración de carbón. En Durango, se han obtenido clases diamétricas de árboles de mezquite que oscilan entre 14.2 y 17.8 cm (Ríos *et al*., 2010), con lo cual es posible obtener carbón de las categorías Premium y Primera; así como del resto de las clases comerciales. Para lograrlo, se requiere seleccionar y manejar adecuadamente los métodos para la elaboración de carbón por los diferentes sistemas establecidos actualmente. Entre los sistemas para la elaboración de carbón de mezquite en Durango se encuentran los hornos de tipo fosa, parva, ladrillo y metálico (Flores y Quinteros, 2008; Barretero y Compean, 2011).

El horno metálico portátil es una opción para elaborar de manera eficiente carbón mediante el tratamiento de la madera a altas temperaturas. Con ello, es posible extraer la mayor parte de los líquidos contenidos en la leña al someterse al proceso de carbonización (Barretero y Compeán, 2011). Este horno puede colocarse cerca de las áreas de abastecimiento de leña de mezquite, con lo que se reducen costos de producción debido a que sólo se transporta a los puntos de mercadeo el producto terminado (Barretero y Compeán, 2011). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar económicamente la producción de carbón con el horno metálico portátil y madera de mezquite obtenida en el estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopilo información de datos técnicos para la producción de carbón en el Campo Experimental Valle de Guadiana de INIFAP y en fuentes oficiales durante junio de 2018. Lo anterior, se realizó mediante informes técnicos, diagramas de procesos, operación y mantenimiento de los equipos necesarios. Asimismo, para la recopilación de datos es indispensable realizar una inspección visual del estado que guardan los equipos utilizados, conocer su antigüedad, horas de operación, condiciones de operación y mantenimiento que sugieran hacer una evaluación técnica (diagnóstico).

Se realizó un análisis de rentabilidad a través de los indicadores de evaluación económica. Los indicadores para la evaluación económica son conceptos valorizados que expresan el rendimiento económico de la inversión, y en base a estos se puede tomar la decisión de aceptar o rechazar la realización de un tratamiento (Muñante, 2002). De la misma forma, permiten comparar y seleccionar entre diferentes alternativas de inversión o tratamientos.

Utilizamos el indicador de Relación Beneficio Costo (RBC), ya que este indicador es requerido por las principales fuentes financieras como: FIRA – Financiera Rural, y otros intermediarios financieros no bancarios.

La RBC se calcula con la siguiente ecuación:

$$B/C = \sum_{t=1}^{T} B_t (1+r)^{-t} / \sum_{t=1}^{T} C_t (1+r)^{-t}$$

Donde: Bt **=** beneficios en cada período; $\mathbf{C_t}$ **=** costos en cada período; **r =** tasa de actualización **t =** tiempo; $\mathbf{(1 + r)^{-t}}$ **=** factor de actualización.

Los análisis se llevaron a cabo en el programa Excel del paquete Microsoft Office.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del horno tipo CEVAG

El horno metálico tipo CEVAG es una modificación de los hornos metálicos portátiles para la producción de carbón vegetal y fue rediseñado y probado por el técnico Arturo Barretero Jáquez en el Campo Experimental Valle del Guadiana.

Dentro de sus adecuaciones podemos citar:

1) Capacidad de producción

2) Forma cónica
3) Número de ventilas
4) Largo de las chimeneas
5) Número de secciones ensamblables
6) Sistema de sellado de la ventila de vaporización
7) Duración

Se conservó su portabilidad el tipo de ensamblado de las secciones, chimeneas y tapas de ventilación.

El horno metálico tipo CEVAG, tal como se muestra en la Figura 1, consta de tres secciones octagonales ensamblables una sobre otra (Secciones 1, 2 y 3). Dieciséis ventilas con sus tapas distribuidas dos en cada cara del octágono de la sección 1. Una tapa superior en la cual se encuentra la ventila de vaporización con su tapa y cuatro tubos o chimeneas.

Figura 1. Horno metálico octagonal tipo CEVAG

Duración del proceso

Los factores que determinan la duración del proceso de carbonización y que es importante tomar en cuenta son:

- Tipo de leña (brazuelo o recorte)

- Homogeneidad de la leña en diámetros y largos
- Forma de apilado de la leña (huecos entre leños)
- Contenido de humedad de la leña
- Factores Climatológicos

Con la técnica detallada y con las pruebas realizadas, se puede establecer que la duración del proceso de carbonización en el horno metálico octagonal tipo CEVAG varía de 58 a 61 horas. El tiempo total que dura el proceso desde el cargado hasta el encostalado del carbón se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Duración en horas para la producción de carbón con el horno metálico

Actividad	**Duración/hrs**
Carga del horno	2
Encendido inicial y tapado	1
Proceso de carbonización	32
Enfriado del horno	24
Encostalado del carbón	2
Total	61 h
Rendimiento	600kg

En base a lo anterior, el análisis de rentabilidad se estimó para una producción de 600 kilos de carbón por horno durante un mes. La presentación de venta está definida por bolsas de 3 kilogramos a un precio al público de $40, por lo que con un rendimiento de 600 kilos se obtienen 200 bolsas para la venta. Es importante mencionar que la venta se realiza en el Campo Experimental por usuarios del mismo. En el cuadro 2 se observa la relación beneficio costo para cuatro escenarios por un periodo de un mes. La inversión inicial es el costo del horno tipo CEVAG, la cual es de $29,000. En consecuencia, tomando en cuenta los datos anteriores se obtuvo una relación beneficio costo de 0.6, por lo tanto, es necesario utilizar el horno a su capacidad máxima para mejorar la relación beneficio costo hasta un 1.9. La inversión del horno se realiza el primer año o en la primera producción de carbón, por tanto, tomando en cuenta sólo la depreciación del horno y utilizando su máxima capacidad la rentabilidad puede llegar hasta 4.4, que indica que por cada peso que se gasta se recibe 3.4 pesos de ingresos. La rentabilidad y la eficiencia en los procesos son satisfactoria en comparación con los hornos tradicionales. Sanabria et al. (2007), indican que el tiempo para la producción de carbón de Quebracho blanco en hornos de parva es de 15 a17 días, los gases generados no son recuperados y los rendimientos varían de 15% a 20% sobre el peso seco del material. El

rendimiento se puede incrementar de un 30% a un 35% si se controla la velocidad del calentamiento del horno.

García (2010), compara la eficiencia en la producción de carbón en hornos colmena brasileño y metálicos transportables. Establece que es la mayor productividad se obtiene en hornos tipo colmena; además, que la secuela de carbonización es determinante en el rendimiento y la calidad del carbón.

El 70% de los costos de producción son originados por el precio de la materia prima, estos se elevan con deficiente control del proceso en el Noreste de México la producción del carbón se basa en un modelo de producción rentista, debido a que la madera es contratada cuando los árboles están en pie y el comprador es responsable de realizar las actividades de extracción.

Cuadro 2. Comparación de escenarios en base a relación beneficio- costo durante un mes de producción

Concepto	Costo total ($)	Utilidad ($)	R B/C
Costo de horno con rendimiento de 800 bolsas	50985	-18985	0.6
Costo de horno con rendimiento de 2400 bolsas	50985	45015	1.9
Sin costo de horno con rendimiento de 800 bolsas	21985	10015	1.5
Sin costo de horno con rendimiento de 2400 bolsas	21985	74015	4.4

CONCLUSIONES

La relación beneficio costo de la producción de carbón utilizando el horno tipo CEVAG de 0.6. Para incrementar la relación beneficio costo en la producción de carbón es necesario utilizar la capacidad máxima de horno, y en base a ello se puede alcanzar una relación beneficio costo de 1.9.

Es posible utilizar la madera de mezquite producida en Durango para la producción de carbón de diferentes categorías comerciales en el horno portátil. El entendimiento e implementación de procesos sistemáticos para la medición de la calidad con base en normas nacionales e internacionales permitirán el mejoramiento de los atributos comerciales del carbón de mezquite producido en Durango. Por lo anterior, es necesario establecer las ventajas competitivas que

tiene este producto en comparación con la competencia. Aunado, es necesario establecer las necesidades del mercado en cuanto al producto final, definir estrategias de comercialización. Utilizar los llamados finos como subproductos pueden aumentar utilidades y diversificar la producción.

BIBLIOGRAFÍA

Arias C.T., 2011. Construcción y producción de carbón vegetal en hornos mejorados ―Rabo Quente", CONAFOR, pp. 2.

Correa P., G. 2006. Uso de leña y carbón vegetal como energético, magnitud de la deforestación y sustentabilidad. 11° Encuentro Nacional Sobre Desarrollo Regional en México. Asociación Mexicana de Ciencias Para el Desarrollo Regional, A.C.19 p.

Compeán G., F. J.; Quiñones C., A. 2003. Diseño de los hornos de carbonización más comunes en México. Folleto Técnico No.19, Fundación Produce Durango, INIFAP. Campo Experimental Valle del Guadiana.

CONAZA, 1994, Mezquite, Prosopis sp. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Comisión Nacional de las Zonas Áridas, Instituto de Ecología, México, 31 pp.

Barretero J., A.; F. J. Compeán G. 2011. Manual para elaborar carbón vegetal en horno metálico tipo ―CEVAG". SAGARPA-Corporación para el Desarrollo Agropecuario- Fundación Produce Nuevo León. 19 p. Documento en línea consultado el 7 de julio de 2018. ttp://www.conosil.org.mx/pdf/manuales/hornos.pdf.

Guardado G., M. B.; J. A. Rodríguez R.; L. E. Monge H. 2010. Evaluación de la calidad del carbón vegetal producido en hornos de retorta y hornos metálicos portátiles en El Salvador. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Centroamericana. José Simeón Cañas. Antiguo Cuscatlán, El Salvador. 67 p.

Ríos S., J. C.; A. G. Valles G.; G. Sosa P.; R. Trucios C.; D. Albarrán A.; E. Soto C.; R. Rosales S. 2010. Características dasométricas y volumétricas para estimar la producción de madera en mezquite en la región Norte-Centro de México. Memoria de la XXII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México. p. 1040-1044.

Sanabria E.O., M.E. Cayré, et al., 2007. Optimización de producción de carbón con Aspidoperma Quebracho blanco en la provincia del Chaco, Argentina. Revista Chapingo 13(1): 23-27

García Molina J.G., 2010. Determinación de rendimientos y calidad de carbón de residuos de Quercus spp., grupo ERYTHROBALANUS, en dos tipos de hornos. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Universidad Juárez del estado de Durango, Durango, Dgo., México.

RENDIMIENTO DE FORRAJE EN PASTO NAVAJITA SOMETIDO A DEFOLIACIÓN MECÁNICA Y POR FUEGO

Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1]*, Rafael Jiménez Ocampo[1], Saúl Santana Espinoza[1], Jorge Alonso Maldonado Jáquez[2], Lorenzo Danilo Granados Rivera[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental Valle del Guadiana, Carretera Durango – El Mezquital km. 4.5, Durango, Dgo. C.P. 34170. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdés No. 1200, Matamoros, Coah. C.P. 27440. [1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental General Terán, Carretera Montemorelos – China km. 31, General Terán, N.L. C.P. 67400. *dominguez.pablo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El pasto banderita [Bouteloa curtipendula (Michx.) Torr.] es una gramínea perenne que se distribuye a lo largo del continente americano, desde Canadá hasta Argentina (Humphrey, 1960; COTECOCA, 1987; Rzedowski y Rzedowski, 2001). Es por ello que, el pasto banderita es una especie de importancia económica y ecológica en norte américa (Stubbendieck *et al.*, 1992).

La defoliación de especies forrajeras en el agostadero es una situación recurrente, principalmente a causa de actividades relacionadas con la ganadería. Sin embargo, también se presentan incendios que consumen el forraje disponible, principalmente durante la época seca. Suponiendo condiciones ideales de manejo, cualquier especie forrajera debería ser defoliada únicamente una vez durante el año. Es por ello que, el presente estudio tuvo por objeto determinar los efectos de la defoliación (mecánica o por fuego) durante el invierno, sobre la producción de forraje de plantas de pasto banderita *var.* Diana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP en Durango. El campo está ubicado en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango – El Mezquital, en el municipio de Durango, Dgo. a los 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).

En el campo experimental se tiene una pradera de 340 m^2 de pasto banderita de la variedad Diana. La pradera se estableció durante el ciclo primavera-verano 2016. Las plantas se establecieron en surcos a 81 cm de distancia entre si y sobre el surco la distancia entre plantas fue de 5 cm.

En 2018, se aplicó aleatoriamente un tratamiento a uno de los tres sucos centrales de la pradera. Uno de los surcos no fue defoliado y fungió como testigo, otro de los surcos se defolió mecánicamente (DM) y el ultimo mediante fuego (DF). El tratamiento de defoliación se aplicó el 21 de febrero de 2018 en la totalidad del surco correspondiente. Posteriormente, se permitió el rebrote de las plantas durante 100 días. Durante el periodo de rebrote se aplicaron 450 mm de agua divididos en cinco eventos de riego por gravedad.

Para determinar el rendimiento de forraje se cortaron cuatro parcelas de 0.81 m^2 distribuidas cada 5 m a lo largo de cada surco. El forraje verde de cada una de las parcelas útiles se colocó en bolsas de papel previamente identificadas con el tratamiento y número de muestra. Las muestras de forraje verde inmediatamente se pesaron para posteriormente determinar el rendimiento. Después, las muestras se colocaron en una estufa de aire forzado con una temperatura de 55° C hasta alcanzar peso constante. Por último, se registró el peso seco de las muestras para a continuación determinar el rendimiento de forraje seco o materia seca (MS).

El análisis de varianza de los datos se realizó bajo un diseño experimental completamente aleatorio. En caso de encontrar diferencias entre los tratamientos, se realizó una prueba de Tukey (P <0.05) para la comparación entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de forraje verde del tratamiento testigo fue de 18.88 t ha^{-1}, después de 100 días de rebrote. Mientras que, el rendimiento de los tratamientos DM y DF fue de 14.13 y 13.27 t ha^{-1}, respectivamente. El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre los rendimientos obtenidos de los diferentes tratamientos (Figura 1). El rendimiento del testigo fue significativamente mayor al del tratamiento DF, no así en comparación con el tratamiento DM. En contraparte, no se observaron diferencias estadísticas entre los rendimientos de los tratamientos DM y DF.

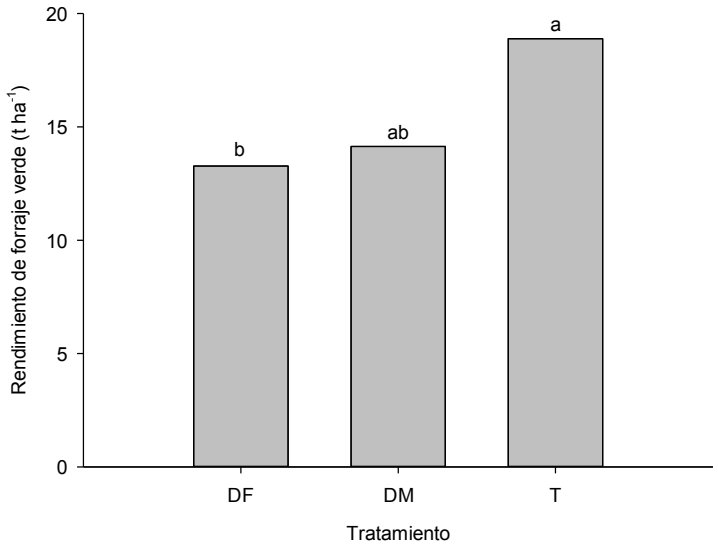


Figura 1. Rendimiento de forraje verde en pasto banderita *var.* Diana, en función del tratamiento de defoliación.

En los rendimientos de forraje seco (Figura 2) se observa que, el testigo produjo (8.39 t ha^{-1}) significativamente más materia seca que los tratamientos de defoliación. Sin embargo, nuevamente no se presentaron diferencias estadísticas entre los rendimientos obtenidos para los tratamientos DM y DF (5.74 y 5.43 t ha^{-1}, respectivamente).

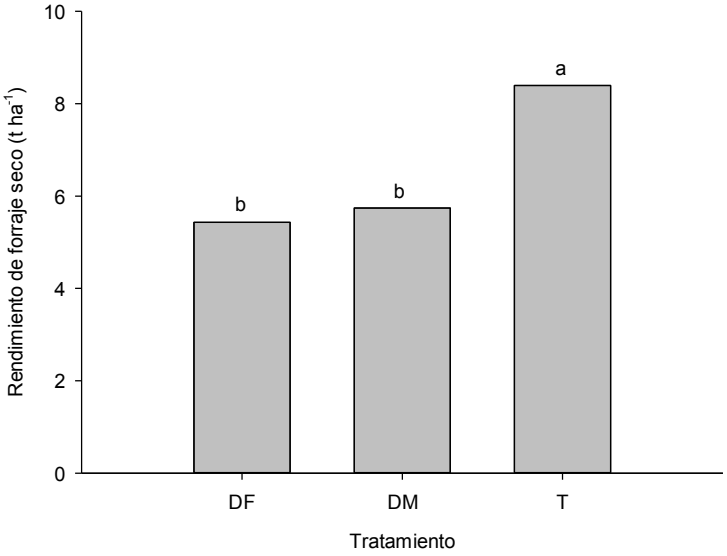


Figura 2. Rendimiento de forraje seco en pasto banderita *var*. Diana, en función del tratamiento de defoliación.

La defoliación de plantas tiene diversos efectos sobre su crecimiento y patrones de asignación de nutrientes (McNaughton *et al*., 1983). La biomasa aérea de las plantas sufre directamente las consecuencias de la defoliación; el detrimento de la biomasa fotosintéticamente activa resulta en pérdida de carbono y otros nutrientes (Ferraro y Oesterheld, 2002). Una reducción en la producción de biomasa de plantas que han sido defoliadas, es un fenómeno ampliamente documentado (Belsky, 1986; Verkaar, 1986; Painter y Belsky 1993). Lo anterior, concuerda con los hallazgos del presente estudio, ya que los tratamientos de defoliación mostraron una reducción de hasta el 35 % de materia seca con respecto al testigo.

Wink y Wright (1973), reportan pérdidas de biomasa que oscilan entre 12 y 51 % después de una defoliación con fuego; además, señalan que la reducción en la producción de biomasa puede ser mayor o menor, en función de las condiciones de humedad que se presenten durante el periodo de crecimiento. Los resultados de estos autores refuerzan lo observado en el presente estudio.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que el pasto banderita *var.* Diana es sensible a la defoliación (mecánica o por fuego). La reducción en la producción de forraje verde puede ser hasta del 30 % con respecto al testigo y en el caso de forraje seco hasta del 35 %. Lo anterior, a pesar de que las condiciones de humedad durante el periodo de crecimiento asemejaron el promedio de lluvia anual (450 mm) que se espera en la zona templada del estado de Durango.

BIBLIOGRAFÍA

Belsky, A.J. 1986. Does herbivory benefit plants? A review of the evidence. Am. Nat. 127: 870–892.

COTECOCA – SARH. 1987. Las gramíneas de México. Tomo II. México.

Ferraro, D.O. y M. Oesterheld. 2002. Effect of defoliation on grass growth. A quantitative review. – Oikos 98: 125–133.

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.

Humphrey, R.R. 1960. Arizona range grasses. Ariz. Agric. Exp. Sta. Bull 298.

McNaughton, S. J., Wallace, L. y Coughenour, M. B. 1983. Plant adaptation in an ecosystem context: effects of defoliation, nitrogen, and water on growth of an African C4 sedge. – Ecology 64: 307–318.

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.

Painter, E. y A.J., Belsky. 1993. Application of herbivore optimization theory to rangelands of the western United States. Ecol. Appl. 3: 2–9.

Rzedowski, G.C. y J. Rzedowski. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Stubbendieck, J., S.L. Hatch, y C.H. Butterfield. 1992. North American range plants. Lincoln, NE: University of Nebraska Press. 493 p.

Verkaar, H. J. 1986. When does grazing benefit plants? Trends Ecol. Evol. 1: 168–169.

Wink, R.L., y H.A. Wright. 1973. Effects of fire on an ashe juniper community. J. Range Manage. 26: 326-3 29.

RENDIMIENTO DE FORRAJE EN PASTO NAVAJITA SOMETIDO A DEFOLIACIÓN

Pablo Alfredo Domínguez Martínez[1]*, Rafael Jiménez Ocampo[1], Saúl Santana Espinoza[1], Jorge Alonso Maldonado Jáquez[2], Lorenzo Danilo Granados Rivera[3]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental Valle del Guadiana, Carretera Durango – El Mezquital km. 4.5, Durango, Dgo. C.P. 34170. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdés No. 1200, Matamoros, Coah. C.P. 27440. [1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Campo Experimental General Terán, Carretera Montemorelos – China km. 31, General Terán, N.L. C.P. 67400. *dominguez.pablo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El pasto navajita (*Bouteloua gracilis* H.B.K. Lag.) es una especie perenne que, en México se distribuye a lo largo de todo el desierto Chihuahuense (Barker *et al*., 1988) y llega hasta Querétaro, Guanajuato e Hidalgo (García y Villa, 1977; COTECOCA 1987). Es un pasto con buena adaptación edafoclimática, excelente palatabilidad y contenido nutricional alto (Domínguez-Martínez *et al*., 2016; Valdés y Cabral, 1993). La alta preferencia que muestra el ganado por el zacate navajita ocasiona que, las plantas sean defoliadas recurrentemente. Además, en el agostadero también se presentan eventos como incendios que defolian la vegetación (principalmente durante la época seca).

Suponiendo condiciones ideales en el agostadero, una planta de pasto navajita sólo debería de recibir un evento de defoliación al año. La defoliación podría deberse al pastoreo o en algunos casos por causa de un incendio. Es por ello que, el objetivo del presente estudio fue determinar si el tipo de defoliación (mecánica o por fuego) tiene algún efecto sobre la producción de forraje de plantas de pasto navajita.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP en Durango. El campo está ubicado en el kilómetro 4.5 de la carretera Durango – El Mezquital, en el municipio de Durango, Dgo. a los 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).

En el campo experimental se tiene una pradera de 340 m^2 de pasto navajita de la variedad Cecilia. La pradera se estableció durante el ciclo primavera-verano 2016. Las plantas se establecieron en surcos a 81 cm de distancia entre si y sobre el surco la distancia entre plantas fue de 5 cm.

En 2018, se aplicó aleatoriamente un tratamiento a uno de los tres sucos centrales de la pradera. Uno de los surcos no fue defoliado y fungió como testigo, otro de los surcos se defolió mecánicamente (DM) y el último mediante fuego (DF). El tratamiento de defoliación se aplicó el 21 de febrero de 2018 en la totalidad del surco correspondiente. Posteriormente, se permitió el rebrote de las plantas durante 100 días. Durante el periodo de rebrote se aplicaron 450 mm de agua, divididos en cinco eventos de riego por gravedad.

Para determinar el rendimiento de forraje se cortaron cuatro parcelas de 0.81 m^2 distribuidas cada 5 m a lo largo de cada surco. El forraje verde de cada una de las parcelas útiles se colocó en bolsas de papel previamente identificadas con el tratamiento y número de muestra. Las muestras de forraje verde inmediatamente se pesaron para posteriormente determinar el rendimiento. Después, las muestras se colocaron en una estufa de aire forzado con una temperatura de 55° C hasta alcanzar peso constante. Por último, se registró el peso seco de las muestras para a continuación determinar el rendimiento de forraje seco o materia seca (MS).

El análisis de varianza de los datos se realizó bajo un diseño experimental completamente aleatorio. En caso de encontrar diferencias entre los tratamientos, se realizó una prueba de Tukey (P <0.05) para la comparación entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de forraje verde del tratamiento DM fue de 10.18 t ha^{-1}, mientras que el de los tratamientos restantes fue de 8.88 t ha^{-1} (Figura 1). A pesar de las diferencias numéricas que se observan en los rendimientos, el análisis de varianza no arrojó diferencias significativas (P <0.05) entre los tratamientos de defoliación.

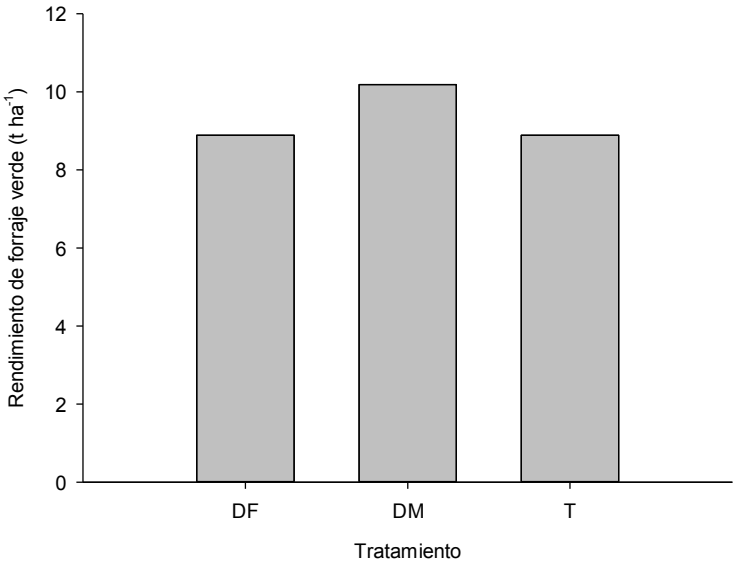


Figura 1. Rendimiento de forraje verde en pasto navajita *var.* Cecilia, después de la aplicación de un tratamiento de defoliación.

El rendimiento de forraje seco del pasto defoliado con fuego fue de 4.25 t ha^{-1}. Los tratamientos DM y el testigo produjeron en promedio 4.81 t de forraje seco ha^{-1} (Figura 2). Al igual que en el análisis del rendimiento de forraje verde, no se encontraron diferencias estadísticas (P <0.05) entre los rendimientos de materia seca de los diferentes tratamientos de defoliación.

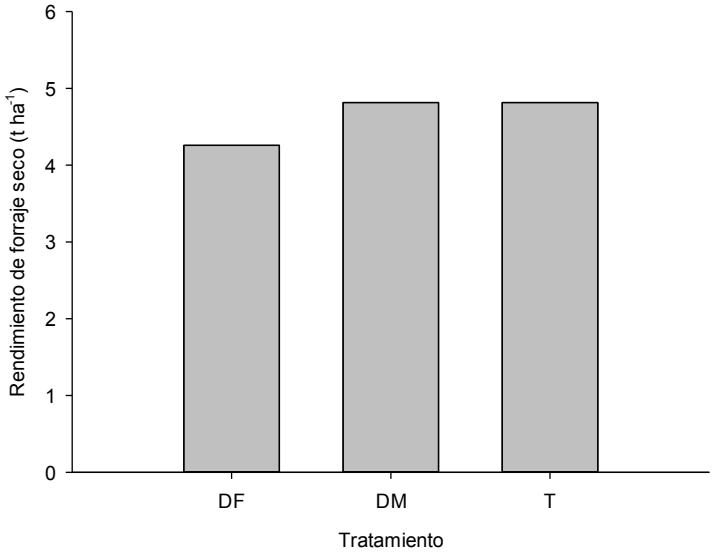


Figura 2. Rendimiento de forraje seco en pasto navajita *var.* Cecilia, después de la aplicación de un tratamiento de defoliación.

Dwyer y Pipier (1976) encontraron que el rendimiento de forraje del pasto navajita se reduce durante el primer año después de haber sido defoliado con fuego. Sin embrago, Wink y Wright (1973), mencionan que la severidad de la reducción en el rendimiento forrajero del pasto navajita puede acentuarse o disminuir si después de la quema se presentan condiciones de sequía o no. También, Trlica y Schuster (1969) mencionan que el pasto navajita no se ve afectado por el fuego, si después del incendio se presentan precipitaciones promedio o superiores al promedio de la zona. Lo anterior, está en concordancia con los resultados obtenidos en el presente trabajo, debido a que no se encontraron diferencias significativas con el testigo o el tratamiento DM. Probablemente debido a que, después de la aplicación de los tratamientos, el pasto recibió un total de 450 mm distribuidos en cinco eventos de riego a lo largo del periodo de rebrote (100 d).

A pesar de que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, el rendimiento de materia seca fue superior a lo que reporta (2010) para la variedad Cecilia de pasto navajita en condiciones de temporal (0.98 t ha^{-1}) e inferior al obtenido en condiciones de riego (5.21 – 6.27 t ha^{-1}).

CONCLUSIONES

Los rendimientos de forraje verde y seco no se ven afectados por el tipo de defoliación que haya sufrido el pasto. Es posible mitigar los efectos negativos más severos de una defoliación con fuego, si después de la quema el pasto recibe precipitaciones promedio o superiores al promedio anual.

BIBLIOGRAFÍA

Barker, W., T. Whitman y C. Warren. 1988. Vegetation of the Northern Great Plains. Rangelands 10(6):266- 272.

Beltrán, L.S., C.A. García D., J.A. Hernández A., C. Loredo O., J. Urrutia M., L.A. González E. y H.G. Gámez V. 2010. ―Navajita Cecilia" *Bouteloua gracilis* H.B.K. (Lag.). Nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 1(2): 127-130.

COTECOCA – SARH. 1987. Las gramíneas de México. Tomo II. México.

Domínguez-Martínez, P.A., E. Basave-Villalobos, M. Velázquez-Martínez, R. Jiménez-Ocampo y J.A. Sigala-Rodríguez. 2016. Producción en vivero de plántula de gramíneas nativas para el establecimiento de semilleros. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Folleto Técnico Núm. 82. ISBN 978-607-37-0697-1. 30 p.

Dwyer, D., y R. D. Pieper. 1967. Fire effects of blue grama-pinyon-juniper rangeland in New Mexico. J. Range Manage. 20:359-362.

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.

García, M.E. y J.V. Villa. 1977. Factores ambientales que afectan la distribución geográfica de *Bouteloua gracilis* (H. B. K.) LAG. en el estado de San Luis Potosí. Agrociencia 28:3-29.

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.

Trlica, M. J., and J. L. Schuster. 1969. Effects of fire on grasses of the Texas High Plains. J. Range Manage. 22:329-334.

Valdés, J. e I. Cabral. 1993. Chronology of Mexican grasses. En: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. lot y J. Fa. Biological diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford University Press. Nueva York, E.U.A. 439-446 pp.

Wink, R.L. y H.A. Wright. 1973. Effects of fire on a ashe juniper community. J. Range Manage. 26(5):326-329. $^{-1-1}$

DESARROLLO DE TALLARINES CON HARINA DE COTILEDONES DE FRIJOL

Raquel Cruz-Bravo[1]*, Nallely Falfán-Cortés[2], Ricardo Navarro-Cortez[2], Daniel Guajardo-Flores[4], Gabriela Gutiérrez-Dorado[1].

[1]INIFAP Zacatecas. Laboratorio de Ciencias de los Alimentos; [2]Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Centro de Investigaciones Químicas; [4]ITESM, Campus Monterrey. Centro de Biotecnología FEMSA.
*E-mail: raquelcb81@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El frijol en México se considera un producto estratégico en el desarrollo rural y social del país, ya que representa toda una tradición productiva y de consumo, cumpliendo diversas funciones tanto de carácter alimentario como para el desarrollo socioeconómico (Secretaría de Economía, 2012).

A lo largo de la historia, se ha convertido no sólo en un alimento tradicional, sino también en un elemento de identificación cultural, comparable con otros productos como el maíz y el chile, que son básicos para explicar la dieta alimentaria de la población mexicana (Secretaría de Economía, 2012).

El cultivo de frijol se realiza prácticamente en casi todas las regiones del país y condiciones de suelo y clima. Por lo anterior, el frijol ocupa el segundo lugar en importancia dentro de la superficie sembrada total a nivel nacional, sólo después del maíz (Secretaría de Economía, 2012). El estado de Zacatecas se encuentra en el primer lugar a nivel nacional en superficie sembrada de frijol.

Actualmente, el consumo de frijol se enfrenta a modificaciones importantes ante una sociedad cambiante, incluidos los hábitos alimenticios, a consecuencia del urbanismo, la migración y el empleo; así como el paso de una economía cerrada a una economía global, todo lo cual está ejerciendo presiones en diversas etapas de la cadena de producción, comercialización, transformación y consumo (Secretaría de Economía, 2012). Es por ello, que diversos grupos de investigación han enfocado sus esfuerzos en promover el consumo del frijol mediante productos alimentarios que, además de mejorar su competitividad, proveen productos con alta calidad nutricional y nutracéutica.

Con base en la evidencia científica, se sabe que el frijol tiene un alto contenido en polifenoles, antocianinas, saponinas, y otros compuestos antioxidantes, los cuales están relacionados, entre otros efectos, con la reducción del colesterol sérico e incremento de los niveles de HDL

(colesterol bueno) (Chavez-Santoscoy *et al*., 2013). Debido a lo anterior, la extracción de estos compuestos ha llamado la atención de la industria alimentaria, por lo que ya se han hecho ensayos del uso de flavonoides, antocianinas y saponinas extraídos de la testa del frijol negro en harinas de maíz nixtamalizadas para elaborar tortillas funcionales con alto poder antioxidante (Chavez-Santoscoy *et al*., 2016).

Sin embargo, también es necesario darle una aplicación agroindustrial al cotiledón del frijol, el cual tiene un alto contenido en proteínas, almidón resistente y fitoquímicos (Reyes-Moreno *et al*., 1993). Por otra parte, se sabe que el uso del grano entero de frijol puede conferir mayor resabio en los productos alimentarios, por lo que la exclusión de la testa puede aumentar la aceptación de los mismos. Es por ello que en este estudio se planteó el objetivo de utilizar los cotiledones de una variedad de frijol para elaborar tallarines, de tal manera que se dé valor agregado al frijol y se ofrezca una alternativa para promover el consumo del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material. Los granos de la variedad Flor de Mayo Dolores fueron provistos por el INIFAP Bajío. Los ingredientes para elaborar los tallarines fueron de origen comercial.

Obtención de la harina de cotiledones de frijol. Los granos de frijol se limpiaron de cualquier partícula extraña, se lavaron con agua potable en una proporción 1:2 (w/v) y se secaron a temperatura ambiente extendidos en una charola durante 18 horas. Posteriormente, los granos se procesaron en una decorticadora dos veces durante tres minutos cada una. El material se tamizó con una malla de 5 mm y después con una malla de 3 mm para separar la testa de los cotiledones. Estos últimos se molieron dos veces para obtener una harina fina, la cual se tamizó con una malla # 40 y se guardó herméticamente para su posterior extrusión.

Extrusión de la harina de cotiledones de frijol. La harina se acondicionó a una humedad del 28 % para procesarla por el extrusor (Brabender®, modelo 815807). La harina acondicionada se tamizó con una malla # 18 y se extrudió bajo las siguientes condiciones: tornillo 1:1, dado de salida de 3 mm, temperatura en las cuatro zonas de 105 °C, velocidad de alimentación de 25 rpm y velocidad de extrusión de 83 rpm. El extrudido se secó en horno de convección a 100 °C por dos horas. La muestra extrudida se molió hasta obtener una harina fina (Krups, modelo GX410011V) y se almacenó herméticamente hasta su uso.

Elaboración de tallarines con harina extrudida de cotiledones de frijol. Para la elaboración de los tallarines, se realizaron pruebas por extrusión (sémola más harina de cotiledones) y por método artesanal (sémola, harina de cotiledones y huevo), para las pastas artesanales se utilizaron las siguientes proporciones: 70 % de sólidos, 25 % de agua y 5 % de huevo. Del total de los sólidos, se elaboraron formulaciones con diferentes proporciones de sémola de trigo y harina extrudida de cotiledones (w/w): 70/30, 50/50 y 75/25; más un control de 100 % sémola de trigo.

Análisis físicos de los tallarines. Se determinó el tiempo de cocción, ganancia de peso, aumento de volumen, porcentaje de sedimentación y el índice de tolerancia a la cocción en las pastas elaboradas por extrusión y por método artesanal con huevo.

Tiempo de cocción: en 300 ml de agua destilada se colocaron 25 g de muestra y se midió el tiempo de cocción en función de la pegajosidad de la pasta y consistencia al dente.

Ganancia de peso: se determinó mediante la diferencia de peso entre la pasta cocida y la cruda

Aumento de volumen: se midieron las dimensiones de la pasta cruda y cocida en función del espesor, ancho y longitud

Porcentaje de sedimentación: el agua de cocción se colocó en una probeta graduada y se registró el volumen del precipitado después de un reposo de tres horas.

Tolerancia a la cocción: consistió en registrar el tiempo de desintegración de la pasta en por lo menos tres partes durante la cocción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Con la finalidad de simplificar el método de obtención de las pastas, primero se realizaron pruebas para elaborar las pastas completamente por extrusión con el uso exclusivo de sémola de trigo y harina cruda de cotiledones (HC) (Cuadro 1); para lo cual se probaron formulaciones de 100 % sémola de trigo (control), 70/30 y 50/50 (sémola/harina de cotiledones, respectivamente).

La adición de harina de cotiledones de frijol (HC) a la masa complicó el tamizaje, ya que se formaban agregados difíciles de desintegrar. Sin embargo, la extrusión no se vio afectada por la HC. La pasta de sémola presentó un color ligeramente más claro que las pastas con HC. Sin embargo, las características visuales de estas últimas fueron aceptables.

Como se observa en el Cuadro 1, la adición de frijol influyó en la disminución del tiempo de cocción en comparación con el control de 100 % sémola de trigo, lo cual se ve reflejado considerablemente en la tolerancia a la cocción (6 veces menos). Estos indicadores de calidad de la pasta, al igual que la ganancia de peso, la cual fue mayor en el control (17 %), influyen en la obtención de pastas más elásticas, características de productos con gluten. Asimismo, el porcentaje de sedimentación, indicador de pérdida por desintegración de las pastas, fue mayor con la en la formulación de 75/25 (sémola/HC, respectivamente).

Cuadro 1. Análisis físicos en pastas extrudidas elaboradas con sémola de trigo (ST) y harina cruda de cotiledones de frijol (HC)

Pasta	Tiempo de cocción (min)	Ganancia de peso (%)	Aumento de volumen	Sedimentación (%)	TC (min)
Control	10.5 ± 0.5a	108.41 ± 0.97a	1.02 ± 0.07a	5.5 ± 0.5b	125 ± 7.07a
75 T/ 25 F	18.5 ± 0.5b	91.34 ± 1.63b	1.13 ± 0.09a	11.5 ± 0.5a	21.5 ± 0.7b
50 T/ 50 F	8.5 ± 0.5b	92.77 ± 2.35b	1.00 ± 0.02a	3.5 ± 0.5b	9.5 ± 0.7b

Los resultados se presentan como la media ± la desviación estándar de dos experimentos independientes. Letras diferentes por columna indican diferencia significativa (α= 0.05).
TC: tolerancia a la cocción
Control: pasta elaborada con 100 % ST.
T/F: pastas con ST/HC, respectivamente.

Cabe destacar que, a pesar de alcanzar la cocción de las pastas, ninguna formulación presentó la condición ~~-~~al dente" deseable, incluyendo el control de 100 % sémola de trigo (ST), ya que todas fueron quebradizas y poco elásticas, probablemente por la temperatura de secado después de la extrusión, la cual se elevó a 100 °C para fomentar la formación de redes entre las proteínas y los gránulos de almidón con la finalidad de mejorar la estructura de la pasta. Sin embargo, al no obtener los resultados esperados, se descartó el método de extrusión para obtener pastas con HC, por lo que se optó por metodologías artesanales.

Debido a que en el método tradicional para obtener pastas no implicaría la extrusión, se optó entonces, por extrudir la HC con el objetivo de disminuir los factores antinutricios del frijol y promover la retrogradación del almidón para contribuir en la elasticidad de las pastas artesanales. Las nuevas formulaciones incluyeron, además de la ST y de la HEC, huevo (5 %), lo cual mejoró considerablemente la apariencia y las características físicas de los tallarines (Cuadro 2). En todas las formulaciones, el huevo y la técnica de amasado permitió obtener masas con mayor consistencia y elasticidad. El color de los tallarines fue más similar a un

tallarín comercial. Las pastas fueron más elásticas, presentaron una mejor pegajosidad y fueron más tolerantes a la desintegración que las pastas extrudidas.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados correspondientes a los análisis físicos realizados a las pastas con HEC y huevo. Como era de esperarse, el tiempo de cocción necesario para obtener una pasta ~~-~~al dente" fue mayor en la pasta control (100 % ST), lo que se ve reflejado en una mayor tolerancia a la cocción respecto a las pastas con HEC (Cuadro 2).

Se sabe que una pasta rica en gluten es más resistente y absorbe más agua, lo que resulta en pastas más elásticas, por lo que la adición de harinas con bajo o nulo contenido en gluten, como la HEC, puede influir negativamente en el amasado. Aunque la ganancia de peso fue similar entre todas las formulaciones, en las fórmulas con mayores niveles sustitución del trigo (50/50 y 70/30, ST/HEC, respectivamente), el aumento de volumen fue menor que la pasta sin HEC. Además, el porcentaje de sedimentación fue similar entre la pasta (tallarines) con 100 % ST y la 75 ST/ 25 HEC, lo que indica que la adición de HEC a la pasta no influyó en una mayor pérdida de almidón en el agua de cocción. Con base en estos resultados (Cuadro 2), se observó que la pasta que toleró el mayor grado de sustitución del trigo fue la formulación 75 ST/ 25 HEC, con características sensoriales y físicas aceptables similares a la pasta con 100 % ST.

Cuadro 2. Análisis físicos en pastas elaboradas con sémola de trigo (ST) y harina extrudida de cotiledones de frijol (HEC)

Pasta	Tiempo de cocción (min)	Ganancia de peso (%)	Aumento de volumen	Sedimentación (%)	TC (min)
Control	16.5 ± 0.5a	168.66 ± 8.92a	1.53 ± 0.01a	6.55 ± 0.07b	13 ± 0.07a
75 T/ 25 F	15 ± 1.0ab	158.52 ± 6.59a	1.6 ± 0.04a	6.6 ± 0.14b	10.5 ± 0.7b
70 T/ 30 F	12.5 ± 0.5b	180.56 ± 10.48a	1.11 ± 0.05b	7.05 ± 0.07a	8.5 ± 0.7b
50 T/ 50 F	14.5 ± 0.5ab	148.52 ± 11.22a	0.97 ± 0.03b	6.05 ± 0.08c	8.5 ± 0.7b

Los resultados se presentan como la media ± la desviación estándar de dos experimentos independientes. Letras diferentes por columna indican diferencia significativa (α= 0.05).
TC: tolerancia a la cocción.
Control: pasta elaborada con 100 % ST.
T/F: pastas con ST/HC, respectivamente.

Por último, se sugiere que la extrusión de pastas sin la adición de huevo no es recomendable para obtener pastas con características aceptables (Cuadros 1 y 2), ya que, por ejemplo, la ganancia de peso y el aumento de volumen en las pastas extrudidas fue significativamente menor que las pastas con HEC y huevo. A pesar de que las pastas extrudidas presentaron menor pérdida durante la cocción (porcentaje de sedimentación), dichas pastas fueron

considerablemente menos elásticas y aceptables que las pastas artesanales, probablemente por la temperatura de secado después del moldeado (100 °C) y por la adición de huevo en las pastas artesanales, el cual no solamente le confiere el color amarillo a la pasta, sino que aporta mayor elasticidad, suavidad y resistencia al producto (Kill y Turnbull, 2004).

CONCLUSIONES

La obtención de pastas con harina de cotiledones de frijol por extrusión y sin huevo no resultó ser el método más adecuado para la obtención de pastas aceptables. Por el contrario, la elaboración manual de tallarines con harina extrudida de cotiledones de frijol y huevo al 5 % en la formulación, permitió producir pastas considerablemente más aceptables, siendo los tallarines con la proporción 75 % sémola de trigo y 25 % harina extrudida de cotiledones, los más similares a aquellos elaborados con sémola sin la adición de frijol, por lo que se sugiere que el uso de harinas extrudidas de cotiledones de frijol puede utilizarse en la elaboración de pastas para ofrecer alternativas más nutritivas de consumo que den valor agregado al frijol.

BIBLIOGRAFÍA

Chávez-Santoscoy RA, Gutiérrez-Uribe JA, Serna-Saldívar SO. 2013. Effect of flavonoids and saponins extracted from black bean (Phaseolus vulgaris L.) seed coats as cholesterol micelle disruptors. Plant Foods Hum Nutr. 68:416-423.

Chávez-Santoscoy, R. A., Gutiérrez-Uribe, J. A., Serna-Saldivar, S. O., and Perez-Carrillo, E. 2016. –Production of maize tortillas and cookies from nixtamalized flour enriched with anthocyanins, flavonoids and saponins extracted from black bean (Phaseolus vulgaris) seed coats," Food Chem. 192: 90-97.

Kill, R.C., Turnbull, K. 2004. Tecnología de la elaboración de pasta y sémola. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

Reyes-Moreno, C., Paredes-Lopez, O. and González, E. 1993.Hard-to-cook phenomenon in common beans — A review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 33(3), 227.

Secretaría de Economía. 2012. Análisis de la Cadena de Valor del Frijol.

PROPUESTA PARA DISMINUIR LAS FUERZAS INERCIALES EN UNA PILETEADORA COMPACTA

Martínez Reyes Ernesto[1], Garibaldi Márquez Francisco [2] y Rojas Santillán Carlos[3]

[1,2] y [3] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. Campo Experimental Pabellón. Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga Aguascalientes. C.P. 20660. martinez.ernesto@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la agricultura de temporal uno de los principales retos es mantener el agua de lluvia en las parcelas para que pueda ser aprovechada por las plantas, ya que en las zonas áridas y semiáridas las lluvias tienen una mala distribución. Uno de los métodos que permite captar el agua de lluvia en las parcelas es el pileteo, el cual consiste crean una serie de microcuencas entre las líneas del cultivo mediante pequeños diques de tierra a intervalos cortos para hacer más eficiente la retención de agua lo cual favorece a su infiltración y previene la erosión (Truman y Nuti, 2010). Sin embargo, a pesar de los beneficios que aporta esta práctica no han tenido la aceptación esperada, una de las desventajas que los productores mencionan es que la mayoría de las pileteadoras disponibles en la actualidad demandan gran cantidad de espacio, lo cual hace que se pierda terreno de cultivo al dar vueltas en las cabeceras, o se tengas que hacer más movimientos para evitar impactos. Ante la necesidad de hacer pileteadoras más pequeñas investigadores de INIFAP hicieron en 2010 versiones más reducidas, sin embargo aún sobresale fuera de las máquinas a las que se acoplan, lo cual implica invariablemente una reducción de área trabajada en las cabeceras o al encontrarse con obstáculos, además, de que por los diques las labores subsecuentes pueden ocasionar molestias al operador, y se hacen necesario el uso de removedores de diques (Maldonado *et al.,* 2013). En el proceso de reducir el espacio que ocupan, Hernández *et al.* (2013) diseñaron una pileteadora acoplada a una sembradora que permite reducir el espacio al mínimo, la cual funciona por medio de una leva y un mecanismo de cuatro barras, sin embargo su diseño es exclusivo para esa sembradora por lo cual es necesaria información sobre los parámetros cinemáticos que permitan optimizar este tipo de pileteadoras. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es el analizar la cinemática del sistema de pileteadoras compactas accionadas por levas y proponer un diseño que permita reducir las fuerzas inerciales presentes en este tipo de mecanismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para comenzar con el análisis se tomó el modelo de pileteadora reducido propuesto por Hernández *et al.* (2012), el cual es un mecanismo de cuatro barras accionado por una leva radial impulsada por la rueda motriz y la cual genera montículos de 20 cm de altura Figura 1.

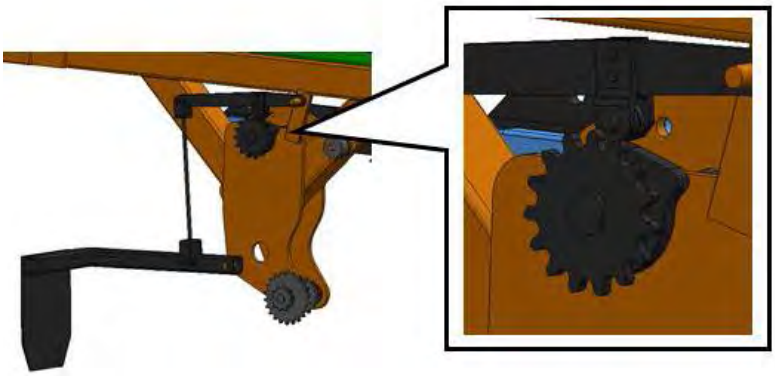


Figura 1. Sistema de pileteo (Hernández *et al.*, 2012)

Con la finalidad de determinar la posición de cada eslabón que compone el mecanismo de cuatro barras y la relación que hay entre cada uno se hizo un análisis cinemático de manera analítica mediante cadenas cinemáticas y suma vectorial, las ecuaciones resultantes se redujeron aplicando la identidad de Euler e identidades trigonométricas, la nomenclatura se muestra en la Figura 2.

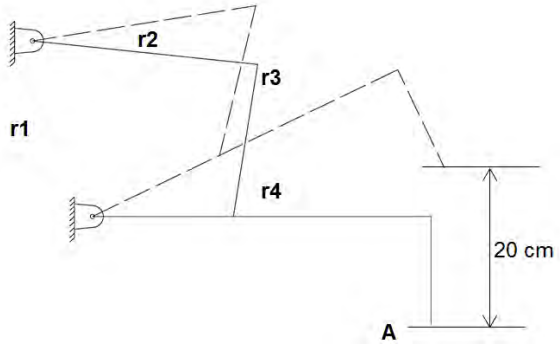


Figura 2. Esquema del mecanismo y nomenclatura

Una vez que se tenía determinada la relación entre los elementos, y considerando que la pileteadora debe levantarse 20 cm, se determinó el ángulo necesario en el eslabón de entrada (r2). Mediante las ecuaciones obtenidas se realizaron cálculos para hacer una propuesta de modificación a la leva del mecanismo, para esto se consideró que el eslabón 4 tendrá el número entero positivo mayor más próximo al calculado y se determinó el desplazamiento que debe

tener el eslabón que será el motriz (eslabón 2 impulsado por la leva). Una vez obtenido ese ángulo se determinó de acuerdo a la distancia que debe haber entre el punto de apoyo del eslabón 2 y el punto en que será impulsado por la leva, el desplazamiento vertical que debe inducir la leva.

Con este dato se propuso una modificación a la leva con la que cuenta el mecanismo, de acuerdo a la metodología propuesta por Norton (2009) y Rothbart (2004), mediante la comparación entre perfiles de leva con las funciones; cicloidal, polinomial 3, 4 y 5, Senoidal modificada y armónica. Lo anterior para determinar que función es la que presenta menores valores de aceleración, ya que las fuerzas que generan están asociadas a fallas. Una vez que se obtuvo la función con mejores características, se generó el perfil de la leva axial simétrica, sin excentricidad y con detenimiento simple. Para el diseño de leva se utilizó un ángulo de presión de 35°. Con este diseño se hizo una simulación mediante un software de dinámica de multicuerpos y se modeló tanto el mecanismo original como la propuesta de modificación, para esto se consideró un acero A36 cuya densidad es de 7850 kg m^{-3} y se despreció la fricción entre la leva y el seguidor debido a que está constituida por rodamientos. Para hacer una comparación entre ambos diseños se compararon las velocidades y aceleraciones en el eslabón de salida (pileteadora).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La posición del eslabón de salida r_4 del mecanismo, es decir la pileteadora, está en función del estabón de entrada r_2, el cual corresponde al seguidor de la leva, se describe mediante las siguientes ecuaciones:

$$\theta_3 = 2tan^{-1}\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\theta_4 = sen^{-1}\frac{\mathrm{B} - r_3 cos\theta_3}{r_2}$$

Donde:

$$B = r_1 sen\theta_1 + r_4 sen\theta_4$$

$$a = (r_1 cos\theta_1 + r_4 cos\theta_4) + \frac{(r_1 cos\theta_1 + r_4 cos\theta_4)^2 + B^2 + r_3^2 - r_2^2}{2r_3}$$

$$b = -2B$$

$$c = \frac{(r_1 cos\theta_1 + r_4 cos\theta_4)^2 + B^2 + r_3^2 - r_2^2}{2r_3} - (r_1 cos\theta_1 + r_4 cos\theta_4)$$

Con ayuda de las ecuaciones anteriores se determinó que para que el estabón 4 tenga un levante de 20 cm, la nariz de la leva debe tener una altura de 15 mm. La función seleccionada para el perfil de la leva fue la senoidal modificada y la geometría de la leva se muestra en la Figura 3.

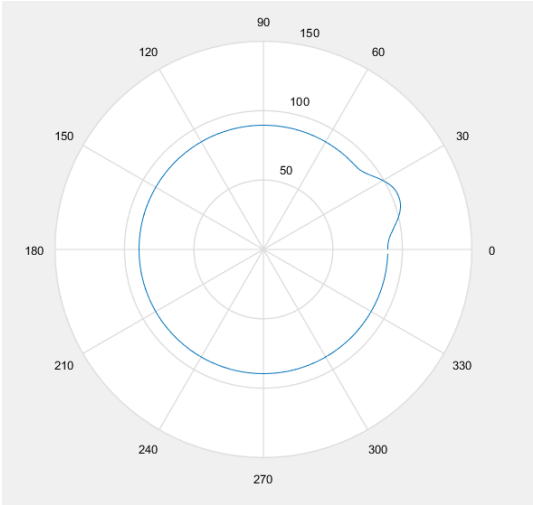


Figura 3. Perfil de una la leva propuesta.

Para tener un punto de comparación entre los efectos que tienen ambas levas se midió la magnitud de la velocidad resultante en el centro de masa del eslabón 4, el cual corresponde a la pileteadora además es importante mencionar que es el elemento que más masa posee. Los resultados se muestran en la Figura 4 y 5.

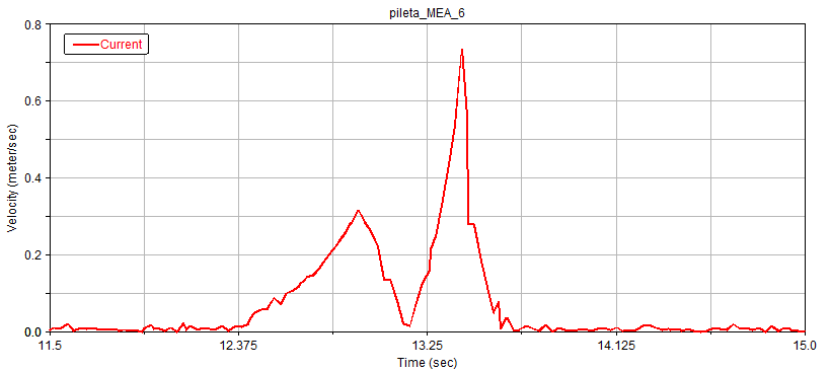


Figura 4. Magnitud de la velocidad para la leva original

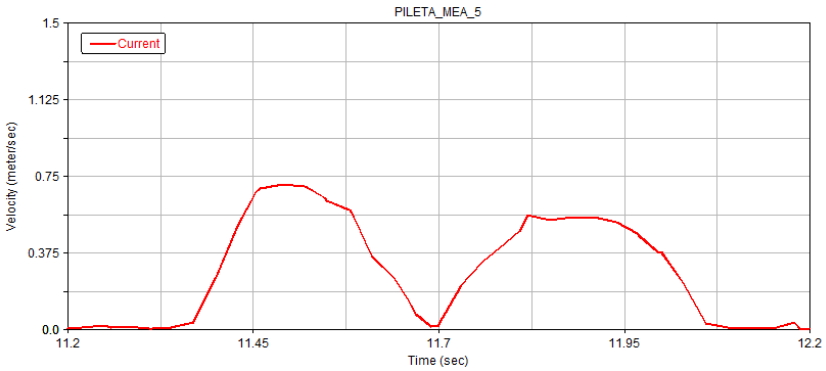


Figura 5. Magnitud de la velocidad para la leva propuesta

En las gráficas anteriores se muestra como es la variación de la velocidad para cada leva, en la Figura 4 con la leva origina la gráfica tiene variaciones más abruptas, mientras que en la Figura 5 estas variaciones son más tenues, ambas curvas están caracterizadas por dos picos, lo cual es un comportamiento propio de las levas, ya que al llegar a su punto máximo la velocidad tiende a cero, debido a que la componente predominante de velocidad es la vertical.

Una fuerza inercial es aquella que se genera debido a una masa que está bajo la acción de una aceleración, en mecanismo las aceleraciones que sufren los eslabones pueden llegar a ser tan grandes que la acción de la gravedad resulta insignificante. Por lo anterior, se realizó una comparación entre las aceleraciones que se presentan en el centro de masa del eslabón 4 que corresponde a la pileteadora. Para la pileta original se obtuvo una aceleración máxima de 164.5 m s^{-2}, mientras que para la modificación propuesta se obtuvo una aceleración máxima de 137.05 m s^{-2}, estos datos confirman que su influencia supera a los efectos gravitatorios, ya que la aceleración gravitacional promedio es de 9.81 m s^{2}. Considerando que el brazo pileteador tiene una masa de 4.82 kg, la variación entre las fuerzas causadas por las aceleraciones en función del tipo de leva es de 132 N.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron las ecuaciones que describen la posición de los eslabones del mecanismo pileteador, lo cual es de utilidad para la su implementación en otras configuraciones.

Se propuso un diseño de leva que permite reducir las fuerzas inerciales mediante la generación del perfil utilizando leyes de movimiento que atenúan la aceleración ocasionada por el movimiento de los eslabones hasta en 132 N.

BIBLIOGRAFÍA

Hernández E. A., Osuna C. E. S., Reyes M. L., Martínez R. E y Ramírez C. N. Y. Z., 2013, Sembradpra de precisión, versátil y acondicionada para conservar suelo y agua, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico No. MX-0-310204-15-02-10-09-50. México. Pp 28.

Maldonado M. N., Ascencio L. G., Espinoza V. G. y Peña D. R. M. A., 2013. Estrategias tecnológicas para contrarrestar la sequía en la producción de soya en el sur de Tamaulipas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico No. MX-0-310301-47-03-14-09-34. México. Pp 82.

Norton R. L., 2009. Diseño de Maquinaria, síntesis y análisis de máquinas y mecanismos. Editorial Mc Graw Hill, Cuarta edición. México. Pp 754.

Rothbart H. A., 2004, Cam desing handbook. Editorial Mc Graw Hill. United States. Pp 619.

Truman C. C. y Nuti R. C. 2010. Furrow diking in conervation tillage. Agricultural water managment. Vol. 97. Número 6. Pp. 835-840.

DESARROLLO DE UN SISTEMA PARA MEDIR LA FUERZA NECESARIA PARA LA EXTRACCION DE PLANTAS DE FRIJOL

Martínez Reyes Ernesto[1], Zamora López Lucero Guadalupe[2], Rojas Santillán Carlos[3], Garibaldi Márquez Francisco [4]

[1,3] y [4] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. Campo Experimental Pabellón. Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga Aguascalientes. C.P. 20660. martinez.ernesto@inifap.gob.mx
[2] Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes. UTNA. Av. Universidad No. 1001, Estación Rincón, Rincón de Romos, Ags. C.P. 20400

INTRODUCCIÓN

El frijol es uno de los principales granos cosechados en México. En 2015 se cosecharon 1.56 millones de hectáreas, de las cuales el 90.1% de esta superficie fue de temporal. La producción nacional total en ese mismo año fue de 969.1 mil toneladas (FIRA, 2016). Aun con la importancia que presenta este cultivo la labor de cosecha en su mayoría se realiza de manera manual. En el sentido de la mecanización, la cosecha es una de las fases más importantes del proceso de producción de frijol, cuando es bien realizada reduce las pérdidas de granos y contribuye de manera decisiva para obtener un producto de buena calidad (da Silva 2009). La labor de cosecha puede ser la actividad que más jornales demande, llegando a requerirse hasta 24 jornales ha^{-1} en la cosecha (Valderrama, 1997). Es por eso que se han utilizado máquinas trilladoras convencionales para cosechar frijol en grandes extensiones, a pesar de que se han realizado adaptaciones para la cosecha de frijol se ha determinado que el uso de estas máquinas puede ocasionar pérdidas de grano de hasta un 34.43 % (da Silva, 1994). De lo anterior se destaca la importancia obtener parámetros que permitan el diseño de una maquina cosechadora de frijol que reduzca las pérdidas de cosecha. Una de los primeros pasos del diseño mecánico consiste la definición del problema, el cual abarca las especificaciones de ingeniería, que es pasar los requisitos del usuario a términos de medibles (Budynas y Nisbett, 2012). En este sentido el objetivo del presente trabajo es desarrollar un dispositivo que permita medir la fuerza necesaria para arrancar las plantas de frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología seguida para el diseño de la parte electrónica del dispositivo fue la que describe Jiménez *et al* (2010) y mencionan que para obtener un circuito que funcione correctamente, que sea sencillo, eficiente y se haga en el menor tiempo posible se deben minimizar los errores y en caso de que aparezcan sean en las fases más tempranas. Por lo que se deben incluir puntos de

verificación en el proceso de diseño, para lograr esto son de mucha ayuda los softwares que permiten hacer simulaciones, el proceso se muestra en la figura 1.

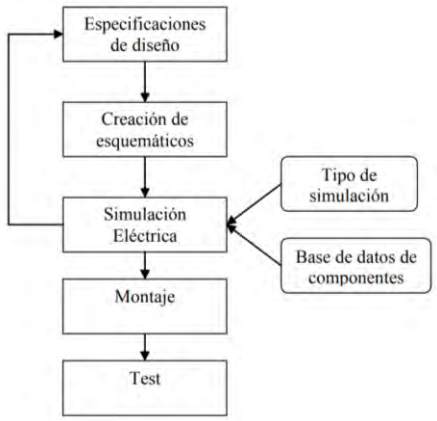


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de diseño de circuitos electrónicos (Jiménez *et al,* 2010)

Para el desarrollo del sistema para determinar la fuerza de arranque de las plantas se optó por utilizar la placa con microcontrolador ARDUINO, lo anterior debido a su bajo costo, el modelo fue Arduino UNO R3, cuyas características se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características técnicas de tarjeta Arduino UNO R3.

Característica	Descripción
Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de entrada	7-12V
Pines digitales	14
Entradas análogas	6
Memoria Flash	32k
Velocidad de reloj	16MHz

La primera propuesta de diseño consistió en una celda de carga para tarjetas Arduino con capacidad para 50 kg y un convertidor análogo a digital modelo HX711, sin embargo, este sistema mostraba inestabilidad en las lecturas, pudiendo atribuirse a que solo estaba compuesto de un cuarto de puente de Wheatstone, lo cual induce ruido al sistema.

Como segunda opción se recurrió a un sensor de presión resistivo modelo MF01 con una resistencia de 10 kΩ. En la figura 2 se muestra el comportamiento típico del sensor. La fuerza de saturación es de aproximadamente 10kg sin embargo este punto está más en función de la presión y es del orden 100 a 200 psi.

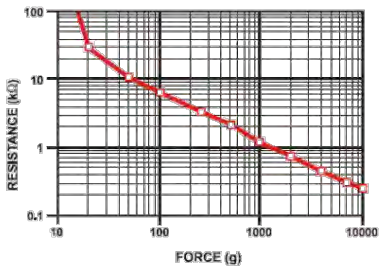


Figura 2. Fuerza *vs* resistencia.

Para verificar el funcionamiento del sensor de presión propuesto se diseñó el circuito mostrado en la figura 3 siguiendo las especificaciones de conexión del sensor.

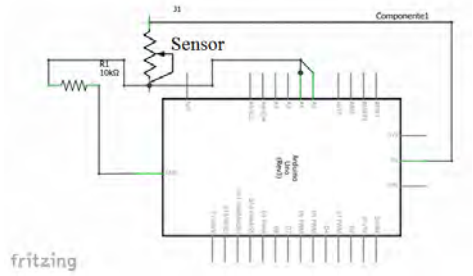


Figura 3. Circuito para probar el sistema

Una vez que se tuvo diseñado el circuito se realizó la programación en Arduino de tal manera que permitiera transformar la señal de presión a voltaje, el programa se muestra en la figura 4.

```
float AnalogPin = 0;
int pinSonda = A1;
float escala=0.1;


  int ResRead;
  void setup()
  {
  Serial.begin(9600);
  }
  void loop()
  {
  ResRead = analogRead(AnalogPin);
  Serial.print("Lectura Analogica = ");
  Serial.println((ResRead*0.8143)-0.1);
  delay(100); //Cien "ms" de espera en cada lectura
    float lectura = analogRead(pinSonda);
  lectura = map (lectura, 0, 1023, 0, 500);
  float voltaje = lectura/escala;
  Serial.print("milivolts=");
  Serial.println (voltaje);
  delay (500);
  }
```

Figura 4. Código en Arduino .

Después se realizó una prueba virtual de funcionamiento mediante el software ISIS Proteus 8. Con los resultados de las pruebas virtuales satisfactorios se efectuó la implementación física del circuito, las conexiones se realizaron sobre una placa de pruebas (protoboard) con 640

contactos. Una vez construido el circuito se aplicó fuerza para analizar el comportamiento del sensor, cuando se observó que presentaba estabilidad se procedió a construir un dispositivo mecánico (figura 5) que permitiera aplicar una fuerza constante y conocida sobre el sensor para su calibración. Para determinar la presión máxima a que permitiera registrar, se midió el área activa del sensor con un vernier digital TRUPER CALDI 6MP, y se determinó la fuerza máxima permisible de acuerdo a los parámetros de saturación del sensor.

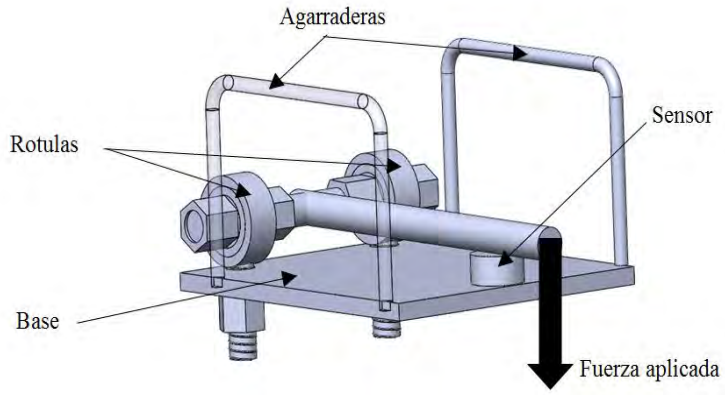


Figura 5. Dispositivo mecánico para aplicación de fuerza.

Ya que se tuvo en el dispositivo mecánico instrumentado se hicieron pruebas para calibrar el sensor, a través de la aplicación de pesos conocidos gradualmente en el punto de aplicación de la fuerza y se fue registrando el voltaje obtenido para cada prueba hasta llegar a su máxima capacidad, que en este caso fue de 5 V. Con la relación entre el voltaje y el peso agregado se hizo una regresión lineal, de tal manera que se pueda medir una fuerza directamente en función del voltaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 6 se muestran los resultados de la prueba virtual mediante el software ISIS Proteus 8.

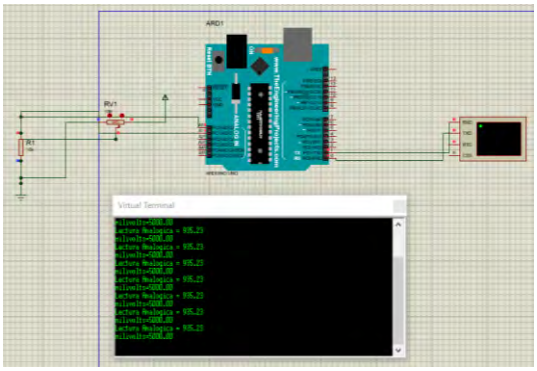


Figura 6. Prueba del circuito en Proteus.

Se muestra que en lugar del sensor se colocó una resistencia variable de 0 a 10 kΩ, que corresponde al valor del sensor, y se muestran las lecturas de voltaje, se obtuvieron los resultados calculados. En la figura 7 se muestra el dispositivo final construido e instrumentado.

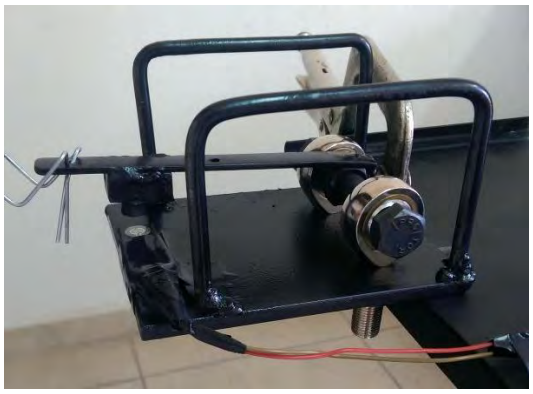


Figura 7. Dispositivo para medir fuerza de arranque.

El área del punto que ejerce presión sobre el sensor es de 27.8 mm^2, que corresponde al área de trabajo del sensor. Mediante un análisis estático y considerando la geometría del dispositivo se calculó que la relación entre la fuerza que se coloca en el orificio dispuesto para jalar las plantas y la fuerza ejercida sobre el sensor es de 1.22.

Los resultados de la calibración del dispositivo para fuerzas pequeñas de hasta 0.98 N se muestran en la figura 8.

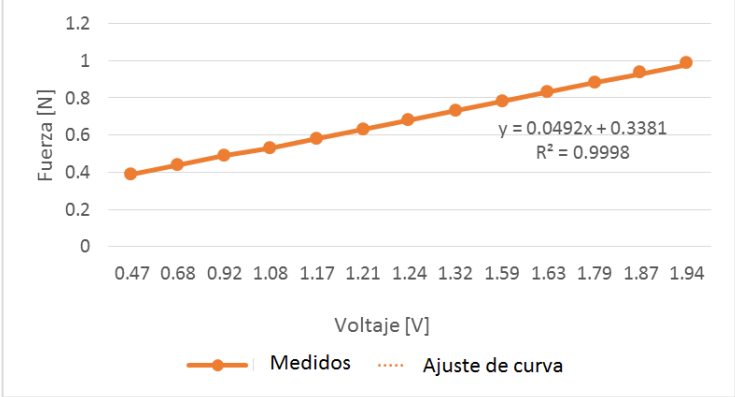


Figura 8. Calibración del dispositivo para fuerzas pequeñas

Se muestra que para valores pequeños de fuerza el sensor tiene una tendencia lineal y al realizar la regresión se tiene coeficiente de determinación (R^2) es muy cercano a uno. Por otro lado, en la figura 9 se muestran los resultados de la calibración de hasta 49 N.

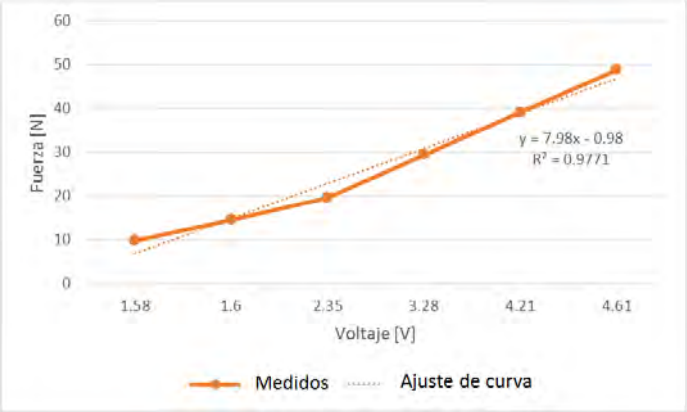


Figura 9. Calibración del dispositivo para fuerzas grandes.

Se observa que para valores de fuerza mayores el sensor pierde en cierto modo la linealidad, sin embargo, aún se tiene resultados aceptables con un coeficiente de determinación de 0.98, lo que indica que con esa función se pueden hacer mediciones confiables.

Finalmente, se probó el dispositivo colocándole pesos de magnitud conocida y registrando el valor indicado, los resultados se muestran en la figura 10.

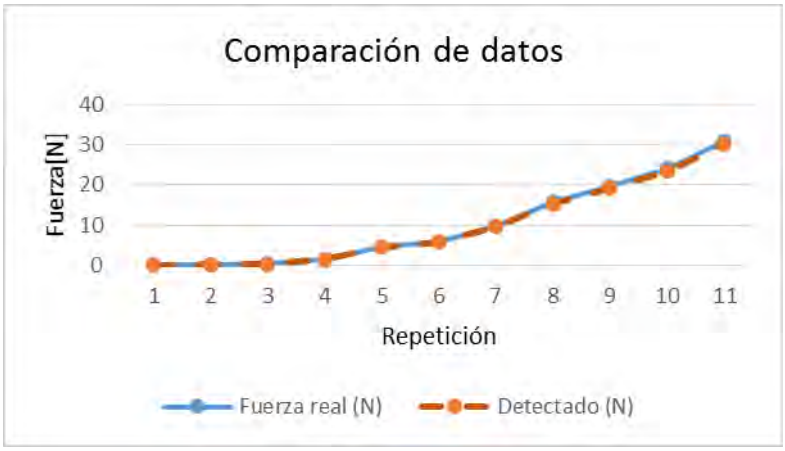


Figura 10. Comparación entre valores conocidos y medidos.

Se observa que ambas curvas son muy cercanas y solo a medida que se incrementa la magnitud de la fuerza tienden a separarse, sin embargo, se obtienen datos muy cercanos a los reales.

CONCLUSIONES

Se desarrolló un sistema que permite medir la fuerza necesaria para arrancar plantas, el cual presenta estabilidad en las lecturas, tiene una capacidad máxima de 50 N, y permite almacenar los datos sensados para su posterior análisis.

El sistema desarrollado es de bajo costo y utiliza software libre, por lo que puede ser replicado fácilmente y utilizarse para realizar mediciones de fuerza en otros ámbitos.

BIBLIOGRAFÍA

Budynas Richard G. and Nisbett J. Keith, 2012, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Novena. México: McGraw Hill.

Da Silva C.C.et al, 1994. Colheita mecanizada do feijao. Boletim de pesquisa. No. 8. Ministerio da agricultura. Brasil.

Da Silva J.G., 2009, Dry bean harvest with axial trasher combine, pesquisa agropecuaria tropical, Vol. 39 No. 4. Pp 371

FIRA, 2016, Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, frijol. Pp 37

Jiménez Fernández, Carlos J.; López Ojeda, Antonio; León de Mora, Carlos, 2010, Metodología de diseño electrónico dentro de prácticas obligatorias de laboratorio, Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, núm. 37, pp. 19-27, España

Valderrama N.S.Y., Ñústez L.C.E. y Duarte D.A. 1997, Análisis de la tecnología local de producción de frijol caraota en la zona de vega del rio Arauca. Agronomía Colombiana, vol XIV No. 2 pag 111-126

INSTRUMENTACIÓN DE UN DOSIFICADOR MECÁNICO EN UN MÓDULO DE PRUEBA

Carlos Rojas Santillán[1], Ernesto Martínez Reyes[2]

[1]Universidad Autónoma de Coahuila, Ciudad Universitaria, Facultad de Sistemas, Blvd. Fundadores Km 13, Arteaga, Coahuila, México. CP: 25350.
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. C.P. 20671.
Correo electrónico: rojas.carlos@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

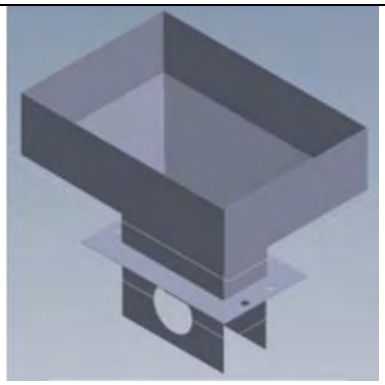
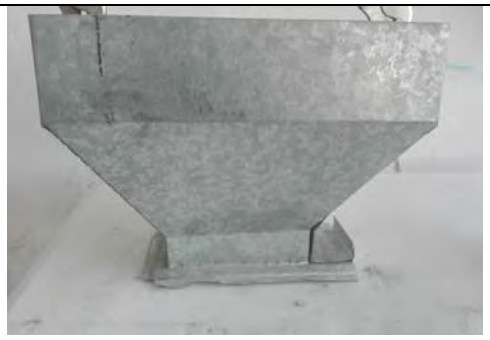
En la región semiárida de México, los productores de temporal de frijol promueven en minifundio, el autoconsumo y predomina la utilización de máquinas de tipo de tracción mecánica simple. Bajo este contexto, uno de los retos más importantes que compete a la hora de fabricar máquinas para la agricultura ha sido la precisión en la siembra (Hernández *et al*., 2013). El objetivo principal de la agricultura de precisión es controlar el consumo de insumos como semillas y el rendimiento de los plantadores de precisión es muy importante para lograr un espaciado uniforme de las semillas. Mientras que una sembradora está en el trabajo, pueden ocurrir situaciones no deseadas como que la rueda de tracción girase o se deslice, vibración, agarre y atascos en los sistemas de piñón y cadena, durante la transferencia del movimiento desde la rueda de tracción a la unidad de medición de semillas, especialmente a alta velocidades de operación (Kamgar *et al*., 2015). Por otro lado, la precisión en la actualidad no solo incumbe a las sembradoras o equipos como tal, involucra el uso de tecnologias de la información que se adecuen para incrementar la fiabilidad de insumos utilizados, los dispositivos electrónicos, el uso de los Sistemas de Posicionamiento Global y de otros medios electrónicos utilizados para obtener datos del cultivo, siendo estos de gran utilidad para la toma de decisiones (García y Flego, 2008). Por ello, la realización de este trabajo tuvo como objetivo contruir y validar un módulo de prueba que puedira ser controlado por un motor eléctrico que generara movimiento motriz al dosificador y que a su vez pudiera establecer un parametro de funcionalidad con un dispositivo electrónico para ser determinado de manera estadística la eficiencia del mismo.

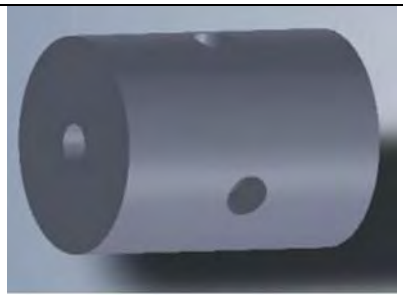
MATERIALES Y MÉTODOS

El módulo de pruebas, entre sus características posee un sistema de control para dosificar semillas de frijol, realiza dicha tarea de control con un motor eléctrico aunando dispositivos electrónicos para detección del paso de la misma. En base a lo anterior, se realizó

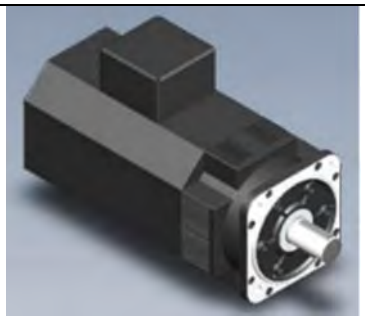
un modelo virtual, utilizando la técnica de Diseño Asistido por Computadora (CAD), del dibujo fueron tomadas de manera conceptual las siguientes especificaciones con la cual está integrado el módulo, como son: un chasis, tolva de almacenaje, rodillo cilíndrico dosificador, un motor eléctrico, una flecha para transmisión de movimiento, par chumaceras, un cono guía y un tubo de descarga, cabe mencionar que las piezas se diseñaron con el Software SolidWorks®, para posteriormente realizar la fabricación y el ensamble como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Diseño, construcción y ensamble del módulo de pruebas.

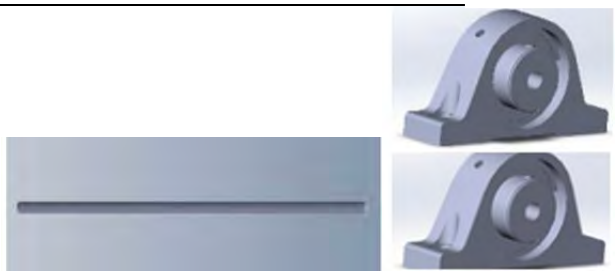
Chasis	
Tolva	
	
Dosificador	



Motor eléctrico



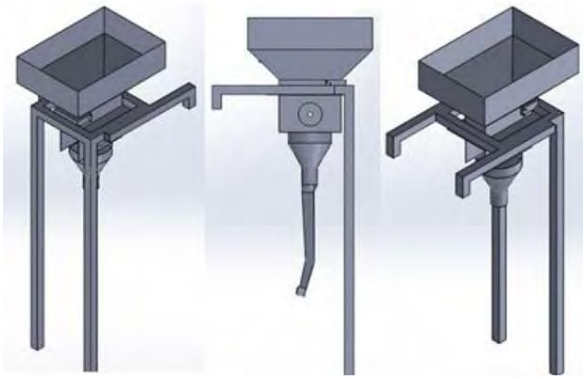
Flecha y chumaceras



Cono guía

Tubo de descarga

Ensamble general



Para implementar y obtener un registro de utilización perceptible de semillas se manejó un dispositivo para detección de objetos. Las caracteristicas de funcionalidad que se tomaron a consideración del módulo de pruebas fueron las siguientes: la utilización de un motor eléctrico alimentado por Voltaje Alterno (VA) para transefir fuerza de moviento a través de una flecha con engranes y una banda dentada, En la figura 1 se muestra el ensable general y la electronica implementada a la salida del tubo, para la realización de las funciones ya antes mencionada.

El experimento consistio en la evaluación del funcionamiento del dosificador de semilla mediante un rodillo cilindrico (Largo 15.24 cm * Diametro 7.62 cm) con un barreno de aproximadamente 1 cm de diamentro * 1 cm de profundidad en el polimero solido, para la validacion se tomó en cuenta la metodología de experimentación, que primeramente se detectara de manera visual los objetos percibidos a la salida del tubode descarga y la segunda compararlos con los objetos detectados por los dispositivos electrónicos.

Figura 1. Módulo de pruebas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La validación del módulo de pruebas a pesar de tener un área de oportunidad de mejora en la parte de dosificación, se observó una factibilidad de funcionalidad de un 80% y un 20% de fallo. La tabla 2, presenta los eventos sucedidos durante la experimentación de la validación del módulo de pruebas.

Sin embargo, la necesidad de realizar siembras uniformes, equidistantes, continuas es imprescindible para los equipos agrícolas. Por otro lado, la factibilidad de tecnificar los instrumentos, equipos y sembradoras mecánicas, neumáticas con dispositivos electrónicos, es de suma importancia para tener un ciclo de siembras controladas, en un enfoque de agricultura de conservación de los recursos naturales durante el establecimiento del cultivo.

Tabla 2. Validación del módulo con dispositivos de detección.

	Ronda1	Ronda2	Ronda3	Ronda4	Ronda5	Ronda6	Ronda7	Ronda8	Ronda9	Ronda10	Promedio Total
Semillas apreciadas	56	54	61	55	65	61	58	60	53	57	
Semillas detectadas	45	42	47	47	43	50	50	45	42	47	
Porcentaje de falla	19.64285714	22.22222222	22.95081967	14.54545455	33.84615385	18.03278689	13.79310345	25	20.75471698	17.54385965	20.83319744

CONCLUSIONES

Los módulos de pruebas son necesarios para estimar resultados esperados con ayuda de alguna instrumentación de medición o detección electrónica. Abre la brecha el uso a instrumentos electrónicos para el control de cualquier dosificador, es decir, que la utilización de motores eléctricos, se puede tomar como una corriente en innovación para mejora el uso de insumos siempre y cuando estén sujetes a una electrónica de control que dependerá del cultivo a establecer.

BIBLIOGRAFÍA

García, E., y Flego, F. (2008). Agricultura de precisión. *Revista Ciencia y Tecnología. Recuperado de Http://Www. Palermo. Edu/Ingenier Ia/C Iencia_y_t Ecnolog Ia/Ciencia_y_tecno_8. Html*.

Hernández Escudero, A., Osuna Ceja, E. S., Reyes Muro, L., Martínez Reyes, E., & Zitz R Cabral, N. Y. (2013). Sembradora de precisión, versátil y acondicionado para conservar suelo y agua.

Kamgar, S., Noei-Khodabadi, F., & Shafaei, S. M. (2015). Design, development and field assessment of a controlled seed metering unit to be used in grain drills for direct seeding of wheat. *Information Processing in Agriculture*, *2*(3), 169–176. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.inpa.2015.08.001

EL USO DEL COTILEDÓN DE FRIJOL INCREMENTA LA CONCENTRACIÓN DE POLIFENOLES EN PASTAS TIPO TALLARÍN

Mayra Denise Herrera, Raquel Karina Cruz Bravo, Mariana de Jesús Castañeda Silva, Gabriela Aralim Gutiérrez Dorado

INIFAP Zacatecas. Carretera Zacatecas-Fresnillo Km 24.5, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. C.P. 98500. e-mail: herrera.mayra@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El frijol común es la leguminosa de grano más importante para el consumo humano directo. Al ser rico en proteínas y, a menudo, en una importante proporción de carbohidratos, el frijol juega un papel importante en la dieta humana y también es fuente de algunos minerales, especialmente el hierro (Beebe et al., 2013). Sin embargo, en los últimos años, el consumo de frijol ha disminuido; de acurdo a lo reportado por el Fondo de Garantía y Fomento para la Agricultura (FIRA) el consumo per cápita de frijol en 1995 fue de 13.2 kg, mientras que en 2016 se alcanzó un consumo per cápita solo de 8.4 kg. Esta situación se ha relacionado con cambios en las preferencias de los consumidores, lo que ha llevado a la elaboración de diversos productos enriquecidos con harinas de frijol, como tortillas, galletas, panqués, entre otros (Pérez-Ramírez et al., 2018).

Por otro lado, los productores de frijol se han enfrentado a problemas de comercialización lo que ha provocado pérdidas económicas, por lo que es importante llevar a cabo estrategias para lograr el procesamiento agroindustrial y mejorar la calidad nutricional y nutracéutica de los productos alimenticios. Por medio de la incorporación de esta leguminosa en los procesos de elaboración de alimentos, se busca el incremento de componentes funcionales como la fibra dietaria y los polifenoles (Herrera et al., 2016).

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue mejorar el contenido de compuestos fenólicos de una pasta tipo tallarín elaborado con harina del cotiledón de frijol común y trigo.

MATERIALES Y METODOS

Obtención y extrusión de harina de cotiledón de frijol

Granos de frijol de la variedad Flor de Mayo Dolores se limpiaron con agua potable en una proporción 1:2 (p/v) y se secaron a temperatura ambiente por 18 h. Los granos de frijol se procesaron en una decorticadora y posterior doble tamizaje (malla 5 mm y 3mm) para separar

los cotiledones de la testa, este proceso se realizó dos veces. Los cotiedones obtenidos se molieron hasta obtener una harina fina. Para la extrusión, se acondicionó la harina a una humedad de 28% y se tamizó con malla #18. Las muestras se procesaron en un extrusor (Brabender®, modelo 815807) a 28% de humedad y temperatura de 105 °C, con una velocidad de alimentación y extrusión de 25 y 85 rpm respectivamente. Se utilizó un dado de salida de 3 mm y tornillo 1:1. Una vez extrudida la harina, se secó en un horno de convección a una temperatura de 100 °C por tres horas y se almacenó hasta su uso.

Elaboración de la pasta con harina de cotiledón

La formulación para la elaboración de las pastas (trigo:frijol 75:25) se muestra en el Cuadro 1. Los ingredientes se pesaron por separado y se incorporan hasta obtener una masa homogénea. Se moldeó la masa con un formador de tallarines (Marcato-Atlas® 150) y estos se secaron a 70 °C por dos h; posteriormente, se almacenaron a -70 °C y se liofilizaron y molieron.

Cuadro 1. Formulación para elaborar 100 g de masa.

INGREDIENTE	CANTIDAD
SÉMOLA DE TRIGO	52.5 g
AGUA	25 ml
HARINA EXTRUDIDA DE COTILEDONES	17.5 g
HUEVO	5 g

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 una 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 flavonoides. Para la cuantificación de flavonoides totales se tomó lectura de la absorbancia a 510 nm en el espectrofotómetro. 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a las propiedades nutricionales y promotoras de salud del frijol, el desarrollo de productos que llevan alguna porción de esta leguminosa en su formulación se han propuesto, tanto para incrementar el valor del grano, como para promover nuevas oportunidades de mercado (Siddiq et al., 2008). Al incorporar harina de frijol en la elaboración de algún producto alimentario adicionalmente se busca mejorar la calidad del mismo.

En las Figuras 1 y 2 se observa que las pastas elaboradas con harina de cotiledón tuvieron mayor concentración de flavonoides y taninos condensados con un incremento de 88 y 52% respectivamente, en comparación con la pasta de 100% trigo. En estudios previos, se realizó la caracterización de diferentes variedades de frijol de distintas clases comerciales (Pintos, Bayos, Flores de Junio y Flores de Mayo), entre los que se incluyó la variedad de Flor de Mayo Dolores (Herrera et al., 2016). Los resultados demostraron que esta es una variedad sobresaliente en cuanto a su contenido de fitoquímicos, lo que indica que es fuente de compuestos fenólicos y, por lo tanto, una buena opción para mejorar la calidad nutracéutica de algunos productos alimenticios como las pastas.

En general, los resultados obtenidos muestran que la incorporación de frijol en la elaboración de pastas mejora la concentración de compuestos nutracéuticos que se ha relacionado con efecto hipoglucemiante, antiobesogénico y antidiabético (Pérez-Ramírez et al., 2018), sin embargo, se recomienda una caracterización más exhaustiva en su perfil de fitoquímicos y, eventualmente, pruebas *in vivo* para comprobar la funcionalidad de este producto.

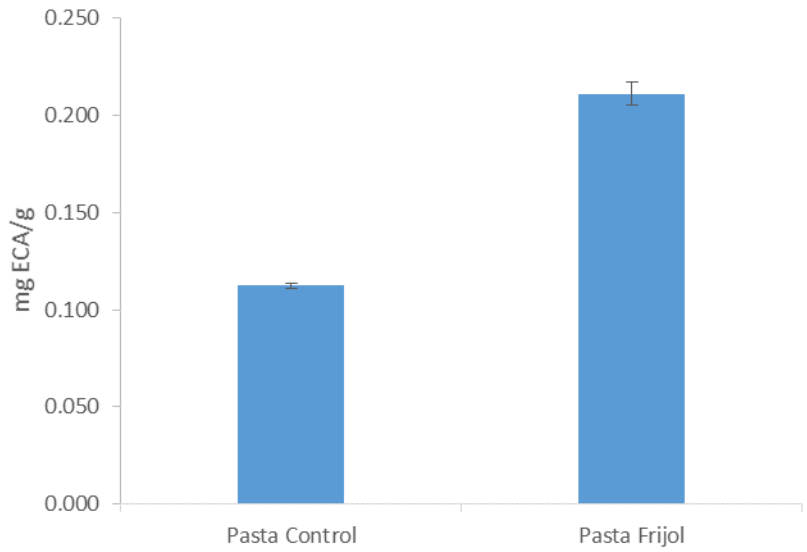


Figura 1. Concentración de flavonoides totales en pasta control y pasta con cotiledón de frijol.

Los datos se expresan como la media ± DE. Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. Los datos se expresan como mg eq. de (+) catequina/g de mtra. seca.

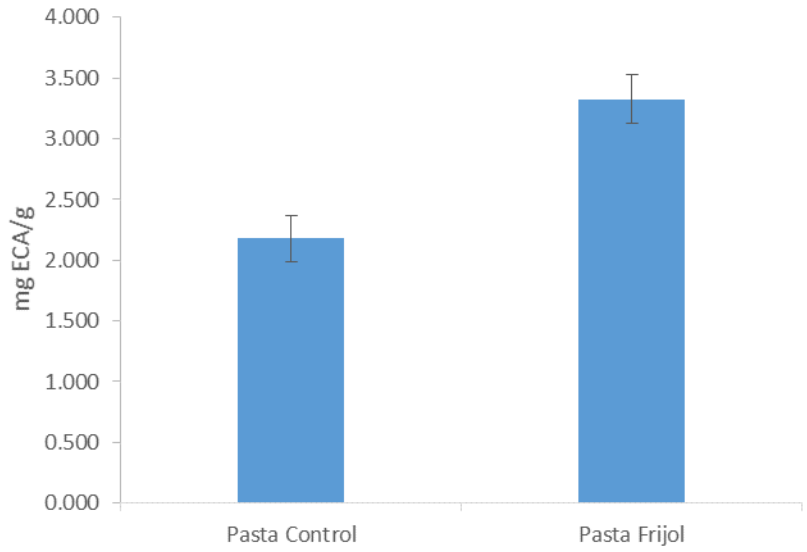


Figura 2. Concentración de taninos condensados en pasta control y pasta con cotiledón de frijol.

Los datos se expresan como la media ± DE. Letras diferentes entre barras indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) con la prueba de Tukey. Los datos se expresan como mg eq. de (+) catequina/g de mtra. seca.

CONCLUSIONES

La incorporación de harina de cotiledón de frijol en la elaboración de pastas tipo tallarín incrementa la concentración de compuestos fenólicos, lo que está asociado a la obtención de un producto alimenticio con mayor calidad funcional y contenido de fitoquímicos nutracéuticos. Estas acciones podrían permitir un incremento en el valor comercial del frijol, incluso, el uso de los remanentes industriales considerados como producto de baja calidad comercial como semillas quebradas y/o ~~r~~manchadas".

BIBLIOGRAFÍA

Beebe S, Rao IM, Blair MW, Acosta-Gallegos JA. 2013. Phenotyping common beans for adaptation to drought. Frontiers in Physiology. 4: 1-20.

Deshpande SS, Cheryan M. 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. J. Food Sci. 50: 905-910.

Herrera MD., Cruz Bravo RK., Esparza Robles EG. 2016. Use of common bean flours to enhance phenolic content and antioxidant capacity of some bakery products. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. 59: 151-152.

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.

Pérez-Ramírez IF., Becerril-Ocampo LJ., Reynoso-Camacho R., Herrera MD., Guzmán-Maldonado SH., Cruz-Bravo RK. 2018. Cookies elaborated with oat and common bean flours improved serum markers in diabetic rats. Journal of the Science of Food and Agriculture. 98:998-1007.

Siddiq M., Ravi R., Sulaiman R., Dolan KD., Harte JB. 2008. Value-added processing of fruit-based extruded porridge and snaks. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative. 51: 150-151.

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.

CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE SEIS VARIEDADES DE FRIJOL *(Phaseolus vulgaris)* DE LA REGIÓN MIXTECA, OAXACA.

Benítez S.A. E[1], Preciado R. P[1,2], Álvarez V De P[1], Sánchez C.E.[*3]

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- UL [2] Instituto Tecnológico de Torreón [3] Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C (CIAD Delicias, Chih.)
esteban@ciad.mx

INTRODUCCIÓN

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), es importante para la alimentación y un representante en la cultura gastronómica de México, la conservación y producción de sus diferentes variedades asegura la ingesta primaria de proteínas en gran parte de la población (Lara- Flores, 2015). El frijol es definido como un producto básico y estratégico para el desarrollo rural (Márquez-Berber *et al*., 2006). De acuerdo con datos que reporta SAGARPA (2016) en México, el frijol ocupa la cuarta posición en importancia por la superficie de siembra, después del maíz, pastos y sorgo. En regiones de estado de Oaxaca los principales cultivos son el maíz con el 58.17 % y en segundo lugar de importancia el frijol 26.05 % de la superficie destinada a la agricultura, el 15.78 % está destinado a otros cultivos (Aparicio-del-Moral *et al*., 2013).El frijol representa para las poblaciones una de las principales fuentes de proteína, por el bajo costo en comparación con la proteína de origen animal, su contenido es de dos a tres veces superior al de los cereales, (Hernández y Escudero, 1993). El consumo de frijol básicamente en forma de grano, está asociado a la alta disponibilidad y valor nutricional, lo sitúan como un alimento estratégico en combate a la desnutrición (Espino-Sevilla *et al*.,2017), es una fuente de proteína, calorías, vitaminas del complejo B y minerales (Ulloa *et al*., 2011; Fernández y Sánchez, 2017).Dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteínas varía del 14 al 33 %, en relación a la aportación de carbohidratos 100 g de frijol crudo aportan de 52 a 76 g, lípidos de 1.5 a 6.2 g/100 g, El frijol también es buena fuente de fibra cuyo valor varía de 14-19 g/100 g, este alimento también es una fuente de calcio, hierro, fósforo, magnesio y zinc y de las vitaminas tiamina, niacina y ácido fólico (Ulloa *et al*., 2011). El objetivo del estudio fue analizar la composición bromatológica de seis variedades de frijol (*P. vulgaris*) cultivadas en la región Mixteca del estado de Oaxaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región conocida como La Mixteca, al noreste de la Ciudad de Oaxaca en las coordenadas 96º 06´ de longitud oeste y 17º 39´ de latitud norte, con altitud que oscila entre 1,200 y 2,300

msnm, clima es frío y en partes seco, excepto durante las lluvias de verano donde la precipitación media anual oscila desde los 455 a 771 mm. Por ello, la región, registra una variedad de climas que oscilan de semicálido seco, con temperaturas de 20º a 25º C, en la zona baja, al templado subhúmedo, con temperatura media anual de 12º y 18º en los valles altos. Las temperaturas extremas varían desde los 5º en los Distritos de Coixtlahuaca, Juxtlahuaca, Nochixtlán, Teposcolula y Tlaxiaco, hasta los 37º C en los distritos de Silacayoapan y Huajuapan. Seis variedades de frijol (*P. vulgaris*) fueron recolectadas para este estudio; Sangre de toro, frijol amarillo, frijol blanco, Negro Grueso, Frijol Negro, Chivato Enredador. Dichas variedades son producidas y consumidas por pequeños agricultores del estado, posteriormente se realizó el proceso de limpieza de las variedades de frijol con el propósito de retirar toda la tierra que estas podrían tener en ese momento.

Los análisis se realizaron en laboratorios del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo de Delicias Chihuahua. El **análisis bromatológico** del frijol se determinó de acuerdo a la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 2000) y conforme a lo establecido a las Normas Oficiales Mexicanas vigentes. **Variables a considerar: humedad**: la determinación se realizó utilizando el método de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 2000). **Análisis de grasa**: la determinación se realizó mediante el método Goldfish (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, 2000). **Análisis de fibra**: se determinó bajo la Norma Mexicana NMX-F-90-S-1978. **Análisis de Carbohidratos**; se realizó por diferencia de los otros parámetros y se reportó en porcentaje C= (ceniza + grasa +fibra + proteína)-100 (Rodríguez, M.H y Gallego, A.S. 1999). Análisis **de Energía:** fue medida por la suma de las calorías contenida en carbohidratos, grasa y proteína. La energía se expresó en Kcal. Análisis estadístico: los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y se realizaron comparación de medias mediante el test de Tukey ($p< 0.05$) (Statistical Analysis System, 2004).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Como resultado de este estudio (Cuadro 1) muestran que el porcentaje de grasa del a variedad Negro contiene un 1.50 % y el Frijol Blanco, Chivato Enredador con un 1.15 % respectivamente correspondiendo a los de menor valor. Sánchez Chávez (2017) presenta valores de 1.64 % como máximo y un mínimo de 0.48 %, así mismo Santiago-Ramos *et al*., (2018) que reportan niveles de grasa de 2.17 a 2.81 % en variedad de frijol negro. Resultados del análisis bromatológico obtenidos muestran diferencias ($P< 0.05$) en variedades de frijol (cuadro 1), la variedad Negro Grueso presenta humedad del 10.86 % y la variedad Chivato Enredador 12.21

%, Santos-Aguirre y Gómez-Aldapa (2010) reportan valores similares de humedad en variedades Bayo Victoria 10.16 %, Pinto Saltillo 11.58 % y Negro San Luis 11.95 %. Así mismo en contenido de fibra la variedad negro grueso sobresale con 5.30 % por el contrario la variedad sangre de toro fue el de menor valor con 1.68 % estos resultados difieren con lo reportado por Becerra *et al*., (2004) que muestran valores de 5.77 % para la variedad pinto rojo como máximo y el pinto negro con un 4.9 % como mínimo. En el contenido de carbohidratos para este estudio se obtuvo un valor máximo de 71.73 % para la variedad frijol amarillo y un mínimo de 65.13 % para la variedad negro ambos fueron superiores a lo reportado por Becerra *et al*., (2004) de 65.90% como máximo para el frijol blanco y 63.76 el mínimo para la variedad pinto café. En relación a la aportación de carbohidratos, cada 100 g de frijol crudo aportan de 52 a 76 g, (Ulloa *et al*., 2011). El contenido de proteína muestra diferencia (P< 0.05) en las seis variedades (cuadro 1), el de mayor porcentaje fue la variedad de chivato enredador con 27.04 % y el de menor la variedad frijol amarillo con 19.52 %; Raya -Pérez *et al*., (2014) reportan menor contenido de proteína soluble total de 16,47%, en el caso del Bayo Berrendo, y 14,53% para el Patzcuareño. Dichos resultados se encuentran dentro de los parámetros indicados por Ulloa *et al*., (2011) mencionan que, dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteínas varía del 14 al 33%. Santiago-Ramos *et al*., (2018) reportan niveles de proteína entre 22 y 23 % en variedades de frijol negro nixtamalizado. Guzmán- Maldonado *et al*. (2000) reportaron un contenido de 33% a 22% de proteína total, por su parte, Serrano y Goñi (2004) dan un valor de 21,8 % de proteína en frijol negro común. Energía los resultados obtenidos en este estudio nos muestran un valor 379.71kcal/100 g en la variedad sangre de toro por lo contrario el valor mínimo lo obtuvo la variedad negro grueso con 368.34 kcal. Superiores a lo reportado por Reyes-Rivas *et al*. (2008) que reportan un rango de 347 a 358 kcal

Cuadro 1.- Contenido de algunos nutrientes de seis variedades de frijol *(Phaseolus vulgaris)* de la región Mixteca del estado de Oaxaca. (% / 100 g de muestra)

Región	Variedad de frijol	Grasa	Humedad	Fibra	Carbohidratos	Proteína cruda	Energía (kcal)
Mixteca	Sangre de toro	1.19^{d}	11.71^{b}	1.68^{c}	67.04^{b}	25.21^{c}	379.71^{a}
	Frijol Amarillo	1.41^{b}	11.00^{e}	2.77^{b}	71.73^{a}	19.52^{f}	377.71^{ba}
	Frijol Blanco	1.15^{d}	11.52^{c}	2.67^{b}	66.79^{b}	24.91^{d}	377.16^{b}
	Negro Grueso	1.32^{c}	10.86^{f}	5.30^{a}	65.91^{c}	23.20^{e}	368.34^{c}

Negro	1.50[a]	11.09[d]	2.64[b]	65.13[d]	26.40[b]	379.66[a]
Chivato Enredador	1.15[d]	12.21[a]	2.77[b]	64.36[e]	27.04[a]	375.96[b]

[a, b, c, d, e, f] Literales distintas en columna muestran diferencias (P< 0.05)

.

CONCLUSIÓN

Con estos resultados se concluye que para la variable grasa la variedad sobresaliente fue Negro, para Humedad la de mayor porcentaje fue el Chivato Enredador, el mayor porcentaje de Fibra lo obtuvo la variedad Negro Grueso, con respecto a carbohidratos la variedad Frijol Amarillo fue la de mayor resalte, en proteína la variedad Chivato Enredador, y para energía resaltando la variedad Sangre de Toro. Estos resultados permiten tener las bases para futuros trabajos de investigación, sin embargo, las variedades son distinguibles entre sí morfológicamente, pero es importante realizar trabajo a nivel bioquímico y molecular para una mejor caracterización. Por otra parte, se espera que, a pesar de la introducción de nuevas variedades mejoradas sean conservadas por su valor genético y cultural.

BIBLIOGRAFÍA

Aparicio-del-Moral, J. O., Tornero-Campante, M. A., Sandoval-Castro, E., Villarreal-Manzo, L. A., y Rodríguez-Mendoza, M. D. L. Á. (2013). Factores Sociales y Económicos del Cultivo de Chile de Agua (Capsicum annum l.) en tres municipios de los Valles Centrales de Oaxaca *Ra Ximhai*, *9*(1).

Association of Official Analytical Chemist. (2000). Oficial Methods of Analysis (17th). Ed. AOAC International. Guithersbur, MD, EE. UU.

Becerra, L. M., Pino, J., Duch, J., y Sauri, E. (2004). Variabilidad y caracterización bromatologica de colectas de frijol de lima de la peninsula de Yucatan, Mexico. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, *14*(2), 57-62.

Cardador-Martínez, A., Espino-Sevilla, M. T., del Campo, S. T. M., & Alonzo-Macías, M. (2017). Dietary fiber as food additive: present and future. *Dietary Fiber Functionality in Food and Nutraceuticals: From Plant to Gut*, 77-94.

Fernández Valenciano, A. F., y Sánchez Chávez, E. (2017). Estudio de las propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México. *Nova scientia*, *9*(18), 133-148.

Gómez Aldapa, C. A. (2010). Evaluación de las características fisicoquímicas en la especie de frijol Phaseolus vulgaris de las variedades; pinto saltillo, bayo victoria y negro san luis.

Hernández, C. J., y Escudero, A. C. (1993). Efecto de la cocción sobre algunas características nutricionales del frijol. *Agronomía Mesoamericana*, *4*(1), 42-47.

Lara Flores, N., Saldaña Balmori, Y., Fernández Vera, N., y Delgadillo Gutiérrez, H. J. (2015). Salud, calidad de vida y entorno universitario en estudiantes mexicanos de una universidad pública. *Revista hacia la promoción de la salud*, *20*(2).

Márquez Berber, S. R., Schwentesius Rindermann, R., Almaguer Vargas, G., Ayala Garay, A. V., y Kalil Gardezi, A. (2006). La globalización y su efecto en la producción agrícola de las zonas áridas y semiáridas de México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, (2).

NMX-F-066-S-1978. (1978). Determinación de cenizas en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-066-S-1978.PDF

NMX-F-427-1982. (1982). Alimentos. Determinación de grasa (método de hidrólisis ácida). Normas mexicanas. Dirección General de Normas. http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-427-1982.PDF

NOM-F-90-S-1978. (1978). Determinación de fibra cruda en Alimentos. Norma Oficial Mexicana. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=479984&fecha=27/03/1979

Pérez-Herrera, P., G. Esquivel-Esquivel, R. Rosales-Serna, y A. Acosta-Gallegos. 2002. Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 52:172-180.

Raya-Pérez, J. C., Gutiérrez-Benicio, G. M., Pimentel, J. G. R., Prieto, J. C., y Aguirre-Mancilla, C. L. (2014). Caracterización de proteínas y contenido mineral de dos variedades nativas de frijol de México. *Agronomía Mesoamericana*, *25*(1), 1-11.

Rodríguez, M. H., y Gallego, A. S. (1999). *Tratado de nutrición*. Ediciones Díaz de Santos.

SAS/STAT ® 9.1 User‘s Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2004

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.2017. Planeación agrícola nacional.

Serrano, J., y I. Goñi. 2004. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 54:36-44.

Ulloa, J. A., Rosas Ulloa, P., Ramirez-Ramirez, J. C., y Ulloa Rangel, B. E. (2011). El frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Revista Fuente. Año 3 No. 8 http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/582

OPORTUNIDADES ECONOMICAS PARA LOS CAPRINOCULTORES DE LA REGIÓN LAGUNERA

Damián Torres-Hernández, Luis M. Isidro-Requejo, Antonio Anaya-Salgado, Arturo Reyes-González y Juan G. Martínez Rodríguez

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, Ext. 82437
torres.damian@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La Región Lagunera se destaca por la producción de leche de cabra produciendo aproximadamente 60 millones de litros anuales con una derrama económica de 276 millones de pesos anuales (SIAP-SAGARPA, 2018).

Dicha producción representa uno de los principales ingresos para los caprinocultores. A diferencia de la venta del cabrito donde el ingreso suele ser por un periodo corto del año, el ingreso por la venta de leche puede perdurar por el tiempo que dure la lactancia de los animales.

Sin embargo, la comercialización de leche de cabra en la Región Lagunera está condicionada por el temor a la fiebre de malta que desmotivan el consumo en forma líquida limitando su mercado, y por consecuencia abriendo paso a los intermediarios mayoristas que recolectan la leche para empresas regionales que industrializan el producto, y quienes además establecen los precios que han de pagar por litro a los productores (Salinas-González et al., 2015).

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%.

Por lo anterior, se sugiere capacitar a los productores para transformar la leche a través de talleres con el uso de tecnología del INIFAP, como: las buenas prácticas de manejo y la

pasteurización adecuada para beberla fluida, además de la elaboración de quesos y el análisis del potencial económico como fortalecimiento a la transferencia de tecnología.

Cabe destacar que en México la demanda de derivados de leche caprina va al alza, gracias al consumo de algunas variedades de quesos y confites como cajetas y dulces similares; motivada principalmente por el cambio de hábitos alimenticios, la difusión internacional de las gastronomías regionales y la expansión de comidas rápidas. Particularmente en México, la tendencia marca un crecimiento significativo en el consumo de quesos tipo gourmet, como los elaborados con leche de cabra y oveja (Miguel, 2011).

La presente publicación tiene como objetivo analizar el potencial económico para el incremento del ingreso de los productores como resultado del valor agregado en la leche de cabra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar la presente investigación se realizaron entrevistas directas (Pardinas, 1993) a tres productores cooperantes, quienes tienen sus talleres de trabajo en el municipio de Matamoros, Coahuila, en la Región Lagunera. Cada productor es independiente en cuanto a la producción y venta de quesos teniendo cada uno sus propios proveedores de materia prima e insumos y sus propios canales de comercialización. La investigación se inició esquematizando los procesos de producción que llevan a cabo, tomando registro del material y equipo básico para la transformación y producción del queso, además de las cantidades utilizadas de materia prima e insumos.

Una vez obtenida la información de los productores se llevó acabo un recorrido de merados para cotizar precios del material y equipo utilizado, así como los precios de la materia prima y los insumos para obtener los costos de producción. Posterior se hizo el trabajo de gabinete procesando la información en una hoja de cálculo Office Excel®, estructurándola de una manera ordenada y precisa para determinar la Relación Beneficio-Costo.

La Relación Beneficio Costo (B/C) es definida como la relación entre los beneficios y los costos de una inversión generalmente a valores actuales, y se considera como una relación positiva si esta es mayor que uno dado que el criterio indica que se cubren los costos y se genera una ganancia para el productor (Ruiz *et al*., 2011).

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

Como oportunidades técnicas en el Cuadro 1 se muestran los requerimientos de inversión en materiales y equipo de trabajo para establecer un taller artesanal de quesos; donde se analiza una inversión mínima (Cuadro 1).

Los materiales y equipo necesarios corresponden a un proceso de producción artesanal, es decir, que no incluye maquinaria ni equipo especializado que eleve el nivel de inversión y requiera capacitación especial. Los precios fueron cotizados en noviembre de 2016.

Cuadro 1. Requerimientos de inversión mínima para establecer un taller artesanal.

Cantidad	Articulo	Precio
1	Vaporera de 50 L de aluminio	$1,460.00
1	Estufón industrial de quemador con tres vías	$1,809.00
1	Tanque de gas 10 kg	$579.00
3	Botes de 20 L	$267.00
1	Tina grande de plástico	$200.00
1	Termómetro de reloj (-20° a 110° C)	$82.90
1	Colador grande de plástico	$40.00
1	Tubo PVC (para los aros) 4 pulgadas	$98.00
1	Cacerola grande de peltre	$280.00
1	Mesa 2 m	$3,718.00
1	Pala de madera	$50.00
1	Empaque alto vacío	$1,000.00
1	Regulador de gas	$99.00
1	Manguera 4 m	$191.00
1	Hielera mediana 20 L	$429.00
1	Prensa	$1,500.00
1	Manta para colar leche (magitel)	$19.00
1	Escoba	$34.00
1	Trapeador	$50.00
1	Jalador de agua	$35.00
1	Recogedor de aluminio	$44.00
1	Cubeta	$34.00
	TOTAL	$11,840.90

Las sugerencias para cubrir la inversión podrían provenir de programas de apoyo gubernamental para el fomento ganadero o algún crédito de avió a través de la banca comercial.

Como oportunidades económicas para el incremento de los ingresos de los caprinocultores el Cuadro 2 presenta la información sobre los costos de producción para la transformación de 30 litros de leche en queso, donde cabe mencionar que se requiere un capital de trabajo inicial de 1,836.00 pesos para la compra de los insumos, la materia prima, el pago de mano de obra y los servicios.

Cuadro 2. Costos de la producción de 5 kilogramos de queso de cabra

Concepto/actividad	Unidad	Cantidad adquirida	Cantidad utilizada	Costo	Costo unitario
Leche de cabra	litros	-	30	$5.00	$150.00
Gas	Kilogramo	10	1	$150.00	$13.19
Mano de obra	Jornal	-	1	$120.00	$120.00
Cuajo	Mililitros	1000	4	$80.00	$0.32
Sal	Gramos	1000	120	$6.00	$0.72
Energía	Pesos/día	60	1	$600.00	$10.00
Cloruro de calcio (grado alimenticio)	Gramos	1000	3	$720.00	2.16
Empaque	Pieza	10	10	$1.00	$10.00
Costos totales				$1,836.00 (Capital de trabajo)	$306.39

El costo unitario corresponde a la cantidad de dinero utilizado para transformar 30 litros de leche de cabra de acuerdo con las cantidades de cada insumo.

El Cuadro 3 resume la información económica de la producción de quesos artesanales destacando la comparación en cuanto a vender la leche fluida o darle valor agregado; dado que si el productor vende leche fluida obtiene $150.00 pesos por los 30 litros, mientras que si produce 5 kilogramos de queso con esa cantidad de leche el costo de producción por kilogramo le cuesta $61.28 pesos y obtiene ingreso de $100.00 pesos por la venta, generando una ganancia de $38.72 pesos por kilogramo.

Cuadro 3. Información económica de la producción de queso con leche de cabra.

Rendimiento litro de leche/kg de queso	30/5
Precio medio rural de la leche de cabra ($/l)	5
Ingreso obtenido por la venta de leche ($)	150
Costo de producción por kilogramo de queso ($)	61.28
Precio al consumidor del kilogramo de queso ($)	100
Ingreso total ($)	500
Costo total ($)	306.39
Ganancia obtenida por kilogramo de queso ($)	38.72
Relación Beneficio/Costo	1.63

La Relación Beneficio/Costo indica que, por cada peso invertido, habrá un retorno de 63 centavos como ganancia neta para el productor.

CONCLUSIONES

El valor agregado en la leche de cabra puede incrementar el ingreso de los caprinocultores de la Región Lagunera siempre y cuando la leche provenga de animales sanos libres de enfermedades y además se implementen las buenas prácticas de ordeña y manufactura para garantizar al consumidor inocuidad y calidad.

BIBLIOGRAFÍA

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.

Miguel G., G. (2011). El mercado de los quesos gourmet en México. Boletín de inteligencia de mercado, NAVÍO Avizor Marketing Intelligence. Año 2. No. 20. Consejería Agrícola de Chile en México.

Pardinas, F. (1993) Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales. Siglo XXI editores. México, D.F.

Ruiz, T., J; Ríos F., J.L.; Reveles H., M. y Trejo C., R. 2011. Evaluación Financiera de Agronegocios. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo- Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo.

Salinas-González, H., & Maldonado, J., & Torres-Hernández, G., & Triana-Gutiérrez, M., & Isidro-Requejo, L., & Meda-Alducin, P. (2015). Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of Mexico. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, XIV (2), 175-184.

Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA). (2018). Anuario estadístico de la producción agropecuaria

FUENTES DE NUTRICIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE *Agave durangensis* GENTRY EN VIVERO

Sergio Rosales Mata [a], Maihualy Martínez Fernández [a], Rigoberto Caldera Galindo [b], Jonathan Emanuel Rosales Mata [b], Yahaira Wegelmy García Ledezma [b]

[a] Centro de Investigación Regional Norte-Centro-INIFAP. Durango, Durango, México
[b] Prestador de Servicios Profesionales. Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP en Durango.
rosales.sergio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El género *Agave* es una de las plantas más representativas de México por su importancia económica y cultural. La palabra agave proviene del griego αγαυή y significa *"noble o admirable"*, dicho nombre fue conferido por el naturista *Carlos Linneo*. Esta planta tiene diversos usos, mismos que van desde alimento hasta la fabricación de papel o bebidas alcohólicas. De las 200 especies de agave que existe a nivel mundial aproximadamente, 150 se encuentran en nuestro país, lo que representa el 75% (González y Núñez, 2015).

La distribución geográfica de este género abarca desde el sur de los Estados Unidos de América hasta Colombia y Venezuela. Debido al lento crecimiento de estas plantas, así como de su baja tasa de reproducción sexual y asexual es difícil su multiplicación de forma masiva por medio de métodos convencionales (González y Núñez, 2015).

El *Agave durangensis* Gentry, también conocido como maguey cenizo es una especie endémica de nuestro país que crece de forma silvestre en colonias dispersas con suelos rocosos, en matorrales y pastizales. Esta especie crece principalmente en los estados de Durango y Zacatecas, también se localiza en una región pequeña de la Sierra Madre Occidental; sin embargo, también ha sido encontrada en otros estados como Chihuahua, Sinaloa y Distrito Federal (González, 2011).

Los usos principales que se le dan en el estado de Durango son en la producción de pulque y mezcal de manera artesanal, ya que son actividades que representan el sustento de muchas de las poblaciones del estado, principalmente en los municipios de Tamazula, Mezquital, Nombre de Dios, Súchil y Durango (Gonzalez, 2009).

Sin embargo las poblaciones silvestres del genero Agave cada vez se están viendo amenazadas debido a la sobreexplotación de este recurso para fines comerciales; por ello, durante los últimos años en Durango se ha buscado desarrollar nuevas tecnologías para la producción de plántula en vivero y establecimiento de plantaciones para satisfacer la demanda

de materia prima con la finalidad de minimizar la presión al recurso natural (Rosales *et al*., 2014); citando lo anterior se realizó una evaluación de diferentes fuentes de nutrición para la producción de plántula de A*gave duragensis* en la etapa de vivero, para mejorar la morfología de esta especie antes de ser llevada a campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el vivero del Campo Experimental ~~V~~alle del Guadiana", del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP) en el estado de Durango (24°01´ N y 104°44´ W, y 1860 msnm), en un invernadero con cubierta plástica de polietileno calibre 720, bajo una malla sombra de 60%.

El sustrato empleado fue una mezcla base con Peat moos (55%), perlita expandida (20%), vermiculita (25%). Se utilizaron contenedores de 77 cavidades de poliestireno expandido, con 160 ml de capacidad. La semilla utilizada procedió del Ejido San Francisco del Malpaís, situado en el municipio de Nombre de Dios, Durango. El tratamiento pregerminativo utilizado fue la escarificación manual con lija para madera de 1200 granos, de acuerdo con los resultados obtenidos por Ramírez *et al*. (2017).

Los tratamientos evaluados fueron dos fuentes de nutrición y un testigo (riego solo con agua): (1). Testigo, (2). Fertilización Química (149-32-123 ppm de N-P-K) y (3). Fertilización Química + Bioestimulante (Fostitos), distribuidos en un diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones cada uno (la repetición consiste en un tipo de envase).

La fertilización de la planta de *Agave durangensis* se realizó al mes de su germinación, una vez que la planta presentó las primeras hojas (pencas). Para ello se aplicaba dos riegos por semana a razón de cinco litros cada unidad experimental.

Las variables evaluadas fueron altura, diámetro de la piña, diámetro de la roseta, número de hojas desplegadas, biomasa de hojas, piña y raíz. Después de las determinaciones en fresco, las muestras se introdujeron en una estufa de secado a 68 °C durante 72 horas y posteriormente se tomó la biomasa seca, a los 10 meses de establecido el experimento mediante un muestreo destructivo.

Se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas con el paquete Statistical Analysis System (SAS) versión 9.4. Donde existieron diferencias estadísticas significativas se realizaron pruebas de medias de Tuckey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acurdo a análisis de varianza realizado, las variables evaluadas se presentaron diferencias estadísticas significativas (P< 0.05), por efecto de los diferentes tratamientos de fertilización en la producción de *Agave durangensis* en vivero.

La altura de la planta presentó más desarrollo en el tratamiento 3 (Fertilización Química + Bioestimulante), con un promedio de 6.79 cm, mientras que los otros dos tratamientos estuvieron en un mismo grupo estadístico con 5.73 y 5.94 cm de altura, presentando entre el tratamiento menor y el mayor una diferencia de 1.06 cm (Figura 1a). En el caso del número de hojas desplegadas de igual manera se observa un mayor desarrollo en el tratamiento 3, con más de siete hojas desplegadas en promedio, mientras que el testigo; tratamiento 1, presento el valor más rezagado con 6.2 hojas desplegadas en promedio (Figura 1b)

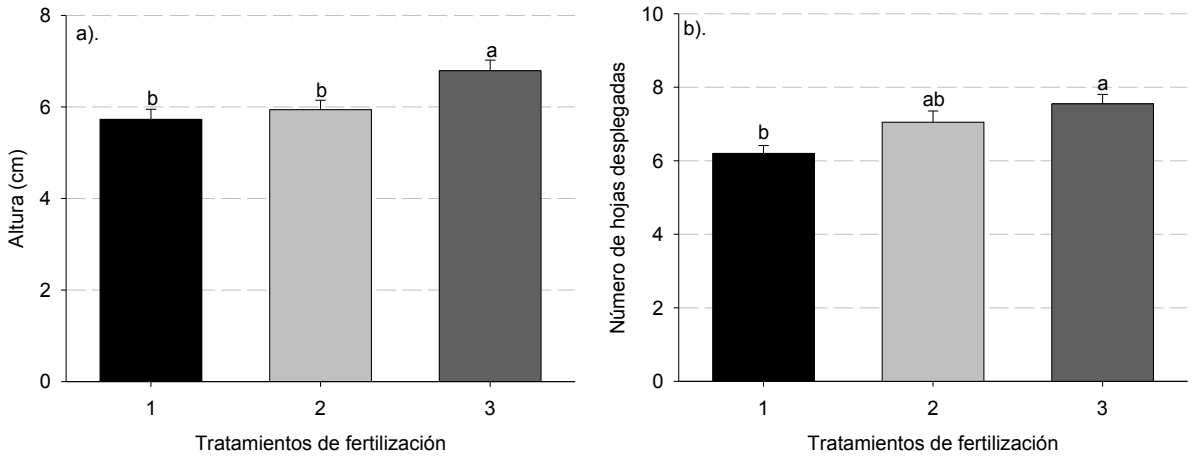


Figura 1. Crecimiento en altura y numero de hojas desplegadas en *Agave durangensis*, en respuesta a diferentes fuentes de nutrición en vivero.

Continuando con la tendencia para el diámetro de la piña, se observa que el tratamiento 3 presento el mayor crecimiento con 2.65 cm, seguido del tratamiento 2 (Fertilización Química) con 2.38 cm y en el grupo estadístico inferior el testigo, con 2.16 cm (Figura 2a). El diámetro de la roseta, el cual se mide de punta a punta de las hojas más largas presento al tratamiento 2 y 3 en el grupo estadístico superior, con 8.22 y 8.27 cm respectivamente (Figura 2b).

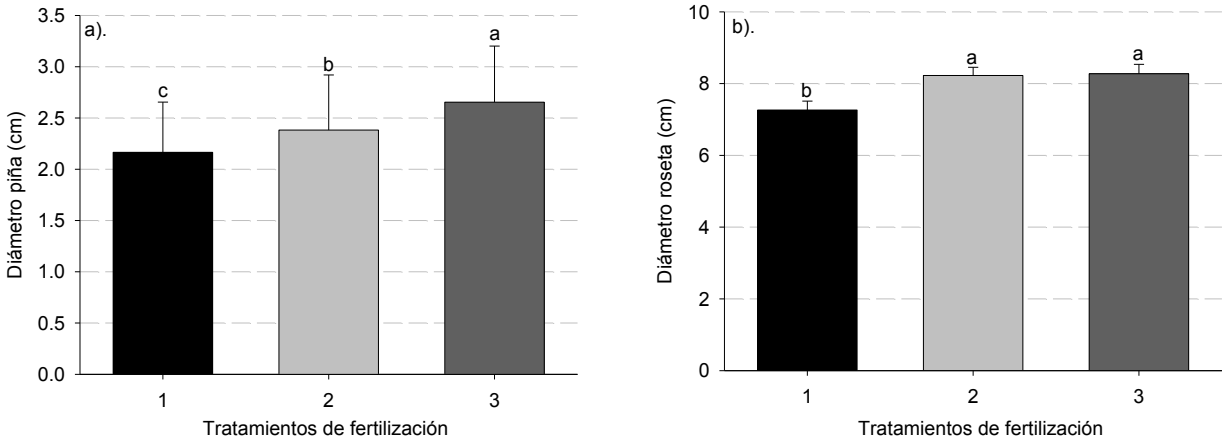


Figura 2. Crecimiento en diámetro de piña y diámetro de roseta en *Agave durangensis*, en respuesta a diferentes fuentes de nutrición en vivero.

En relación a la asignación de biomasa vede y seca se aprecia una tendencia mayor para el tratamiento 3 (Fertilización Química + Bioestimulante), para las tres variables en que se dividió la planta, raíz, piña y hojas. En general se observa que la mayor cantidad de peso se asigna en las hojas, presentando más del 50 % para esta variable en los tres tratamientos evaluados (Figura 3 a y b).

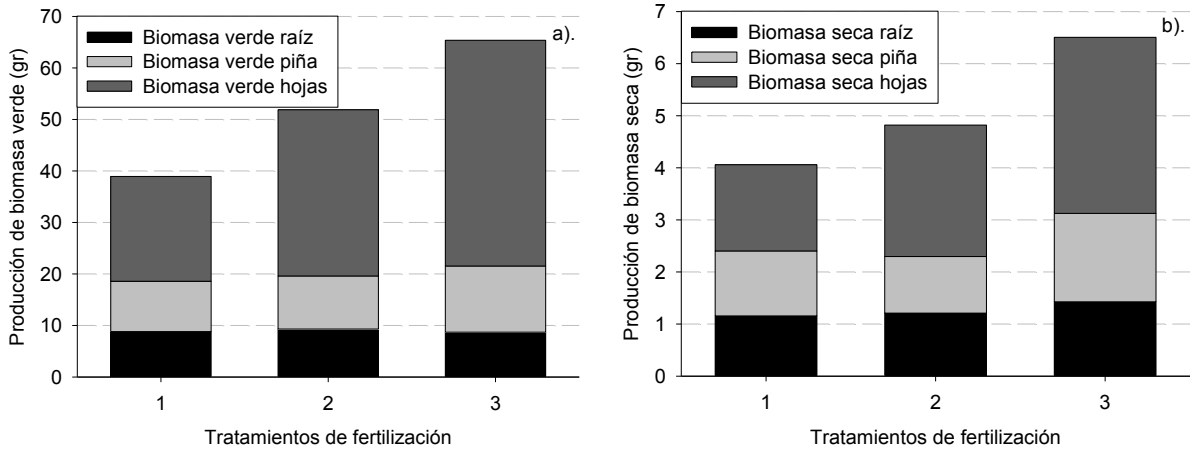


Figura 3. Asignación de biomasa verde y seca en *Agave durangensis*, en respuesta a diferentes fuentes de nutrición en vivero.

CONCLUSIONES

De acurdo a los resultados obtenidos para este experimento, existe una clara tendencia en todas las variables de mayor crecimiento morfológico para el tratamiento 3 (Fertilización Química + Biestimulante), durante los diez meses de producción de planta de *Agave durangensis* en la etapa de vivero.

BIBLIOGRAFÍA

González D., B. M: y Núñez P., H. G. 2015. Micropropagación de Agave durangensis en un Sistema de Inmersión Temporal (SIT). *JÓVENES EN LA CIENCIA*,*1*(2), 8-13.

González E., M; Galván V., R; López E., I. L; Reséndiz R., L; González E., M. S. 2009. Agaves, magueyes, lechuguillas y noas del estado de Durango y sus alrededores. CONABIO, México.

González V., L. S. 2011. Obtención de un surfactante a partir de biomasa residual de *Agave durangensis* y su aplicación en la remoción de arsénico por la técnica de aglomeración esférica. Tesis de doctorado. Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F. 142 p.

Ramírez G., M., A; Rosales M., S; Sarmiento L., H; Caldera G., R. 2017. Tratamientos pregerminativos en remojo, temperatura y escarificación en semilla de Agave durangensis. *In*: 2ª Semana Internacional de Agronomía. Durango. México.

Rosales M., S; Hernández A., M; Sarmiento L., H; y Sigala R., A., 2014. Producción de planta de *Agave durangensis* en sistema de acolchado y riego por goteo. Folleto técnico N°76. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Durango. 30 p.

SAS INSTITUTE IND. 2003. SAS/STAT guide for personal computers, version 9.4. SAS Institute Inc. Cary NC

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE ENVASE EN LA PRODUCCIÓN DE *Agave durangensis* GENTRY EN VIVERO

Sergio Rosales Mata [a], Maihualy Martínez Fernández [a], Homero Sarmiento López [a], Marcelo Hernández Antuna [b], David Efraín Hermosillo Rojas [c]

[a] Centro de Investigación Regional Norte-Centro-INIFAP. Durango, Durango, México
[b] Instituto Tecnológico Valle del Guadiana-ITVG. Durango, Durango, México
[c] Centro de Investigación Regional Norte-Centro-INIFAP. Aldama, Chihuahua, México
rosales.sergio@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Para el continente Americano se han descrito 273 especies de la familia *Agavaceae*, distribuidas desde Dakota del Norte, Estados Unidos, hasta Bolivia y Paraguay. México se considera el centro de diversidad biológica y cultural de los agaves en el mundo, aquí se encuentran ocho géneros de esta familia, con 205 especies (75%), de las cuales 151 (55%) son endémicas. Los estados con mayor distribución de esta especie son Oaxaca, Chihuahua Coahuila y Durango (García-Mendoza, 2007).

La palabra agave proviene de griego agavus que significa ―noble, ilustre", al aplicarse este nombre a la planta de agave, se le podría decirse planta gentil y majestuosa (Ramos, 2003). El aprovechamiento del maguey se ha realizado desde las culturas indígenas Mayas, Zapotecas, Mexicas y Aztecas. El agave era utilizado para diferentes fines, tales como: medicinas, forraje y alimento, fue hasta la llegada de los Españoles que se utilizó la destilación para elaborar bebidas alcohólicas (García *et al*., 2010).

El *Agave durangensis,* también conocido en el sur del estado de Durango como ―maguey cenizo", es de importancia económica en la industria mezcalera, ya que representa el sustento de varios habitantes de la zona sur del Estado. Sin embargo, el aprovechamiento de esta especie ha provocado disminución, cada vez más evidente de sus poblaciones naturales, aunado que su propagación es insuficiente y de lento crecimiento por esta razón, es importante buscar nuevas tecnologías para su producción en vivero, para la repoblación y para minimizar la presión que se tiene hacia este recurso natural (Rosales *et al*., 2014).

En ese sentido, este tipo de investigaciones son de relevancia para conocer la respuesta en el desarrollo morfológico de *Agave durangensis*en respuesta a la producción con diferentes envases en la etapa de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó dentro del vivero del Campo Experimental ―Valle del Guadiana", del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP) en el estado de Durango (24°01´ N y 104°44´ W, y 1860 msnm), en un invernadero con cubierta plástica de polietileno calibre 720, bajo una malla sombra de 60%. El sustrato empleado fue una mezcla base con Peat moos (55%), perlita expandida (20%), vermiculita (25%) y multicote® 12-25-12 (N-P-K) de ocho meses de liberación a razón de 2 kg m^3.

La semilla utilizada provino del Ejido San Francisco del Malpaís, situado en el municipio de Nombre de Dios, Durango. El tratamiento pregerminativo utilizado fue la escarificación manual con lija para madera de 1200 granos, de acuerdo con los resultados obtenidos por Ramírez *et al*. (2017).

La planta permaneció durante 10 meses en condiciones de invernadero, a la cual se le dio un manejo adecuado, riegos, control de plagas y enfermedades y fertilización.

La fertilización se aplicó a 30 DDP a partir de la germinación. A partir de que la planta de *Agave durangensis* presentó las primeras hojas (pencas) se fertilizó dos veces a la semana en una dosis de 149-32-123 ppm de N-P-K.

Los tratamientos evaluados fueron tres tipos de envases o contenedores, distribuidos en un diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones cada uno (cada repetición consiste en un tipo de envase). La información de los tratamientos se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de los tratamientos evaluados.

Envase	Numero de cavidades	Volumen (ml)	Material	Forma de la cavidad
1	54	160	Polietileno rígido	Circular
2	77	160	Poliestireno expandido	Circular
3	78	160	Poliestireno expandido	Cuadrado, pirámide invertida

Para conocer las condiciones morfológicas de la planta se realizó un muestreo destructivo de cinco plantas por unidad experimental a los 10 meses de establecido el experimento. Las variables evaluadas fueron altura, diámetro de la piña, diámetro de la roseta, número de hojas desplegadas, biomasa de hojas, piña y raíz. Después de las determinaciones en fresco, las

muestras se introdujeron en una estufa de secado a 68 °C durante 72 horas y posteriormente se tomaron los datos de biomasa seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la mayoría de las variables evaluadas se presentaron diferencias significativas (P< 0.05), debido al efecto de los diferentes envases en la producción de *Agave durangensis* en vivero, destacando el envase de 78 cavidades.

En la variable altura no se observaron diferencias entre los distintos envases, los valores que presentaron fueron 6.0, 5.9 y 5.5 cm, para los envases de 54, 77 y 78 cavidades respectivamente (Figura 1a).

Para la variable número de hojas desplegadas no se presentaron diferencias y el promedio para los diferentes envases es de siete hojas o pencas. De acuerdo a la norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016, agaves de hoja ancha, al salir a campo deben tener seis o más hojas desplegadas con espinas rígidas en el ápice y en los bordes, por lo que para este experimento, después de diez meses en vívero se cumple esta característica para los tres contenedores (Figura 1b). De acuerdo al análisis de varianza para la variable diámetro de la piña, se presentaros dos grupos estadísticos, sobresaliendo las plantas producidas en los envases de 54 y 78 cavidades con 2.62 y 2.58 cm respectivamente, mientras que el envase de 77 cavidades presento el valor menor con 2.38 cm (Figura 2a). De acuerdo con Sígala *et al*. (2015) la variable morfológica que se tiene más relación con la calidad de la planta es el diámetro ya que este se relaciona directamente con la reserva de carbohidratos y con el sistema radicular de la planta.

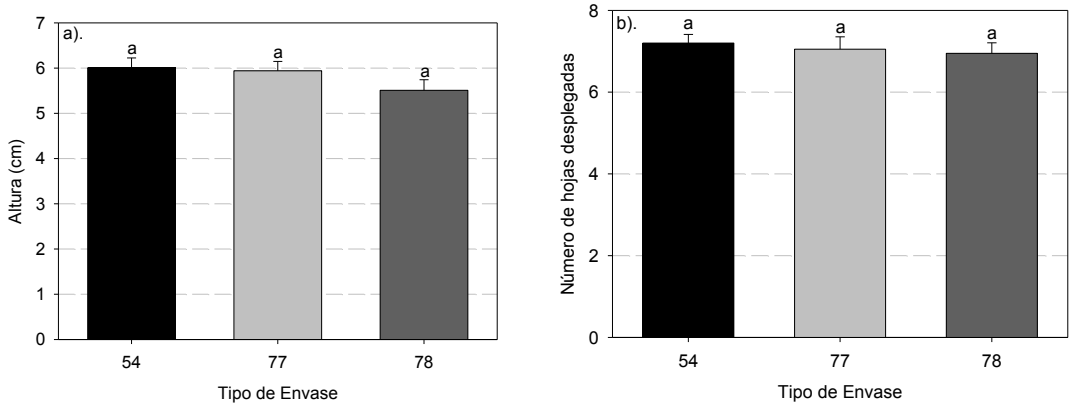


Figura 1. Crecimiento en altura y numero de hojas desplegadas en *Agave durangensis* a los diez meses de edad, en respuesta a la producción en diferentes envases en vivero.

En el caso del diámetro de la roseta o dosel de la planta como algunos autores lo manejan, también existieron diferencias estadísticas significativas (P< 0.05), y a diferencia de la variable diámetro de piña donde sobresalía el envase de 54 cavidades, para este caso presentó el valor más rezagado, con 5.7 cm, mientras que los envases de poliestireno expedido quedaron en el grupo estadístico superior (Figura 2b).

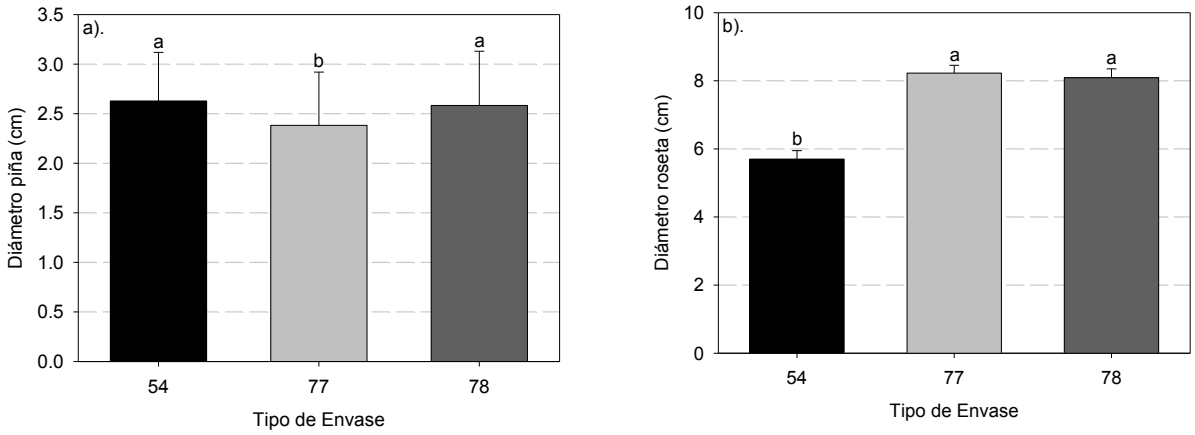


Figura 2. Crecimiento en diámetro de la piña y diámetro de la roseta en *Agave durangensis* a los diez meses de edad, en respuesta a la producción en diferentes envases en vivero.

Respecto a la asignación de biomasa verde se observa que se determinó un mayor peso en las hojas de la planta de *Agave durangensis*, con valores que oscilan de los 32.2 a los 37.0 gr, teniendo más del doble de peso que en la raíz y la piña, para los tres tipos de envase. También podemos observar como el tipo de envase de 78 cavidades tiende a favorecer el crecimiento radicular (Figura 3a).

Los agaves tienen hojas suculentas, que les permiten almacenar el agua, así mantienen potenciales de agua (Ψ) elevados en sus tejidos (Ramírez-Tobías, 2014), por tal motivo se observa una gran diferencia entre la biomasa en verde y en seco, para este último se observa una tendencia las plantas producidas en el envase de 78 cavidades de poliestireno expandido, presentado pesos de 1.61, 1.42 y 2.96 gr para la biomasa de la raíz, la piña y las hojas respectivamente (Figura 3b).

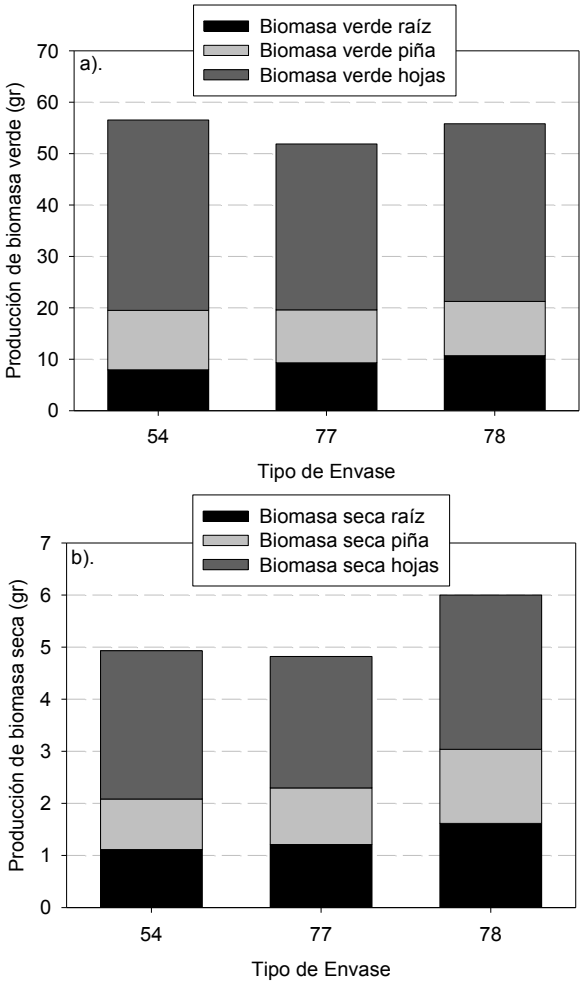


Figura 3. Asignación de biomasa verde y seca en *Agave durangensis* a los diez meses de edad, en respuesta a la producción en diferentes envases en vivero.

CONCLUSIONES

De los tres diferentes envases evaluados no se puede definir cuál es el mejor contenedor para la producción de planta de *Agave durangensis* en la etapa de vivero; sin embargo, existe una ligera tendencia de mejor desarrollo morfológico para las plantas producidas en el envase de 78 cavidades de poliestireno expandido.

BIBLIOGRAFÍA

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2016. Norma Mexicana NMX-AA-170-SCFI-2016. Certificación de la Operación de Viveros Forestales. Secretaría de Economía. Comisión Nacional Forestal. México, D.F., México. p.190.

García-Mendoza A., 2007. Los agaves de México. Ciencias. 87, pp. 14-87.

García H., E. J.; Méndez G., S. J. y Talavera M., D. 2010. El género *Agave*spp. en México: Principales usos de importancia Socioeconómica y Agroecológicas. Revista Salud Pública y Nutrición. Special ed. 5. 129 p.

Ramírez-Tobías, H. M., Peña-Valdivia, C. B., & Aguirre, J. R. 2014. Respuestas bioquímico-fisiológicas de especies de Agave a la restricción de humedad. *Botanical Sciences*, *92*(1), 131-139.

Ramírez G., M., A; Rosales M., S; Sarmiento L., H; Caldera G., R. 2017. Tratamientos pregerminativos en remojo, temperatura y escarificación en semilla de Agave durangensis. *In*: 2ª Semana Internacional de Agronomía. Durango. México.

Ramos A., M. D; 2003. Evaluación de las poblaciones naturales de *Agave victoriaeregineaevar. Nickelsii*. En el sur de Coahuila. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria. Antonio Narro. Torreón Coahuila, México. P. 10

Rosales M., S; Hernández A., M; Sarmiento L., H; y Sigala R., A., 2014. Producción de planta de *Agave durangensis* en sistema de acolchado y riego por goteo. Folleto técnico N°76. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Durango. 30 p.

Sígala R., J. A; Gonzales T, M. A; Prieto R, J. A. 2015. Supervivencia en plantaciones de Pinus pseudostrobus Lindl. en función del sistema de producción y preacondicionamiento en vivero. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 6(30):20-31.

HONGOS COMESTIBLES PRESENTES EN LOS BOSQUES DEL MUNICIPIO MADERA, CHIHUAHUA

Elena Flores Cavada[1*]; Artemio Carillo Parra[2]; Fortunato Garza Ocañas[3]; Christian A. Wehenkel[2]; José Ciro Hernández Díaz[2]

[1]Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales. UJED. México.
[2]Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. UJED. México.
[3]Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares, N.L. México.
*Correo-e: elenaflorescavada@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los hongos comestibles silvestres son uno de los recursos forestales no maderables de gran importancia, son considerados alimento funcional por su alto contenido de proteína y bajo nivel en grasas, y deben considerarse como una de las principales fuentes de alimentación para el ser humano (Márquez *et al*., 2014 y Cheung, 2010). Se caracterizan por poseer propiedades nutrimentales muy particulares, las cuales se adquieren según la región en la que se desarrollan, la época del año, el suelo donde crecen y algunos otros factores ambientales (Reis *et al.,* 2012). Los cuerpos fructíferos de estos hongos representan una fuente importante de fenoles, flavonoides, vitaminas y alcaloides con capacidad antioxidante y antibacteriana (Balakumar, 2011).

En México el consumo de hongos silvestres es elevado, el listado de especies comestibles asciende a 275 hongos macromicetos silvestres; Oaxaca es el estado con mayor número de especies comestibles, en la sierra Norte, en la parte que corresponde a Ixtlán se encuentran registradas 96 especies; las especies que más se consumen y se exportan a otros pises son:*Tricholoma magnivelare*, *Amanita caesarea*, *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius* y *Morchella* spp. (Garibay-Orijel *et al*., 2009).

Por otra parte el estado de Chihuahua es el más grande del país y cuenta con una gran diversidad de ecosistemas; en los bosques de pino alberga una gran cantidad de especies fúngicas con una importante diversidad ecológica; los podemos encontrar con diferentes hábitos de vida, entre ellos los ectomicorrizogenos que generalmente son hongos comestibles silvestres (Quiñones *et al*., 2010).

Las investigaciones respecto a los hongos comestibles se han enfocado a valorizar principalmente las propiedades nutrimentales, medicinales y bioquímicas de los géneros *Pleurotus*, *Lentinula*, *Ganoderma* y *Agaricus* (Cheung, 2010 y Sobal *et al*., 2007). Una de las especies más estudiadas es *P. ostreatus* que contiene altos niveles de minerales como el potasio, fósforo, manganeso, hierro y calcio (Syed *et al*., 2010); contiene hidratos de carbono, fibra, vitaminas, aminoácidos y bajos niveles de lípidos (Kozarski *et al*. 2015), son ideales para

su uso en las dietas, ya que su valor calórico es muy bajo (Da Silva, 2011; Jaramillo, 2013 y Moreno, 2014).

Los hongos comestibles silvestres cada día adquieren gran importancia socioeconómica, debido a las propiedades terapéuticas y nutricionales de algunas especies, por lo que el interés por su consumo va en aumento. Es necesario incrementar estudios para difundir el conocimiento de las especies de hongos comestibles con potencial para ser aprovechadas, llevando a cabo la divulgación de información que permita aumentar el aprovechamiento de este recurso natural (Cano y Romero, 2016). El objetivo de esta investigación fue realizar un listado de las especies de hongos comestibles silvestres en la porción de bosque de pino del municipio Madera, Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en seis ejidos del municipio Madera, Chihuahua, durante los meses de julio y agosto del año 2016, se llevó a cabo un muestreo completamente al azar en seis parcelas de 100 m x 100 m, estableciendo una parcela en cada uno de los siguientes ejidos: Cebadilla de Dolores (Coordenadas UTM: 759474, 3213114), Madera (773750, 3233918), Socorro Rivera (777955, 3244455), Nicolás Bravo (787872, 3244140), Nicolás Bravo (772148, 3258885), El Oso, La Avena y anexos (756268, 3278305) y La Norteña (750256, 3282986); Se realizó el conteo de especies fúngicas, registrando de cada espécimen, características en fresco como: la forma, color, textura y hábito de vida; además se tomaron fotografías de los esporomas. La identificación de las especies se realizó mediante literatura especializada (Gilbetson y Ryvarden, 1986; Guzmán, 1977; Largent *et al*., 1977; Phillips, 1991; Singer, 1986). Para la corroboración de los nombres científicos se consultó el Index Fungorum (2018), además de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) para ver si alguna de las especies enlistadas se encuentran en alguna categoría de riesgo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La riqueza obtenida fue de 28 especies de hongos reportados como comestibles, la mayoría se encuentra dentro del grupo basidiomycota (27) y una en ascomycota; se ubican taxonómicamente en 17 familias; la familia Russulaceae fue la mejor representada con cinco especies: *Lactarius indigo* (Schwein.) Fr. (1838), *L. delicius* (L.) Gray (1821), *L. volemus* (Fr.) Fr. (1838), *Russula brevipes* Peck (1890) y *R. cyanoxantha* (Schaeff.) Fr. (1863); Amaitaceae: *Amanita caesarea* (Scop.) Pers. (1801), *A. rubescens* Pers. (1797), *A. vaginata* (Bull.) Lam. (1783), Boletaceae: *Boletus barrowsii* Thiers y AH Sm. (1976), *B. edulis* Bull. (1782), *B. pinicola* (Vittad.) A. Venturi (1863) y Suillaceae: *Suillus brevipes* (Peck) Kuntze (1898), *S. granulatus* (L.)

Roussel (1796), *S. tomentosus* Cantante (1960), la familia Hydnangiaceae con: *Laccaria amethystina* Cooke (1884) y *L. laccata* (Scop.) Cooke (1884) y el resto de las familias con una especie (cuadro 1).

Cuadro 1. Especies de hongos comestibles silvestres del municipio Madera, Chihuahua.

Grupo	Familia	Nombre científico
Ascomycota	Hypocreaceae	*Lactifluorum Hypomyces* (Schwein.) Tul. & C. Tul. 1860
Basidiomycota	Agaricaceae	*Lycoperdon perlatum* Pers. 1796
	Amanitaceae	*Amanita caesarea* (Scop.) Pers. 1801
		Amanita rubescens Pers. 1797
		Amanita vaginata (Bull.) Lam. 1783
	Auriculariaceae	*Auricularia mesentérica* (Dicks.) Pers. 1822
	Boletaceae	*Boletus barrowsii* Thiers y AH Sm. 1976
		Boletus edulis Bull. 1782
		Boletus pinicola (Vittad.) A. Venturi 1863
	Cantharellaceae	*Cantharellus cibarius* Fr. 1821
	Clavariaceae	*Ramaria botritis* (Pers.) Ricken 1918
	Clavariadelphaceae	*Clavariadelphus truncatus* Donk 1933
	Hericiaceae	*Hericium* var. erinaceus (Bull.) Pers. 1797
	Hydnangiaceae	*Laccaria amethystina* Cooke 1884
		Laccaria laccata (Scop.) Cooke 1884
	Hygrophoraceae	*Hygrophorus russula* (Schaeff.) Kauffman 1918
	Omphalotaceae	*Lentinus boryanus* (Berk. & Mont.) Singer 1955
	Physalacriaceae	*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. 187
	Pleurotaceae	*Pleurotus* sp. (Fr.) P. Kumm. 1871
	Polyporaceae	*Polyporus Brasiliensis* (Fr.) Corner 1984
	Russulaceae	*Lactarius indigo* (Schwein.) Fr. 1838
		Lactarius delicius (L.) Gray 1821
		Lactarius volemus (Fr.) Fr. 1838
		Russula brevipes Peck 1890
		Russula cyanoxantha (Schaeff.) Fr. 1863
	Suillaceae	*Suillus brevipes (*Peck*)* Kuntze 1898
		Suillus granulatus (L.) Roussel 1796
		Suillus tomentosus Cantante 1960

A nivel nacional el mayor número de investigaciones sobre hongos silvestres se realizan en el centro y sur del país, debido a la importancia etnomicológica que representan para las poblaciones indígenas y mestizas; en la zona Norte son pocos los estudios realizados y de los destacados se encuentra el de Quiñonez *et al*., 2014 donde se realizó estudio para conocer y determinar el uso de especies de hongos comestibles por los habitantes de la Sierra Tarahumara en Chihuahua; según la investigación se reportó la preferencia por las especies *A.*

rubescens, A. campestris, Ustilago maydis (DC) Corda (1842)*, Hypomyces lactifluorum y Amanita cochiseana*, los mestizos en Bocoyna utilizan otras especies como *Boletus edulis* y *B. pinophilus* Pilát & Dermek (1973).

Al comparar los resultados de esta investigación con el listado taxonómico realizado por Quiñonez *et al*., 2010 para el estado de Chihuahua se encuentra similitud en 21 de las especies encontradas, ya que estos autores reportan para el municipios de Bocoyna y Urique 50 especies de hongos comestibles; los hongos de mayor consumo que se enlistan en este trabajo son: *A. caesarea* es la que se consume en mayor porcentaje (73 %), seguida de *Hypomyces lactifluorum* (18 %) y *Russula brevipes* (9 %); dichas especies también fueron encontradas en las parcelas establecidas en el municipio Madera en el presente trabajo; es importante destacar que estas especies son las de mayor consumo por los habitantes de la Sierra Tarahumara, según las encuestas realizadas a 50 personas de los poblados de Bocoyna y Urique, datos reportado por Quiñones *et al*., 2010. Similar a lo reportado por los anteriores autores las especies de las familias Amanitaceae, Boletaceae y Russulaceae presentan el mayor número de especies. Además de la importancia alimenticia estas especies son micorrizas de las especies arbóreas, contribuyendo a mantener el equilibrio de los ecosistemas.

En relación al estatus de conservación de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encontró que *Hygrophorus russula* al igual que *Boletus edulis* se encuentran en la categoría de amenazadas (A).

CONCLUSIONES

Las 28 especies de hongos comestibles que se enlistan en este trabajo se consideran de gran importancia para el conocimiento de la diversidad de especies fúngicas en el estado de Chihuahua.

Es necesario dar a conocer a los pobladores las numerosas especies con potencial para ser aprovechadas para consumo, ya que son pocas las especies que consumen, fomentando un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales; especies como *Boletus edulis* y *Cantharellus cibarius* poseen un alto valor comercial tanto en el sur del país como en el extranjero, representando una oportunidad en la obtención de recurso económico y favorecer a la economía familiar.

La mayoría de las especies comestibles se encuentran formando una simbiosis con los árboles del bosque de pino contribuyendo en la estabilidad de estos ecosistemas.

Hacen falta estudios de diversidad y abundancia de especies, para así determinar el estatus en el que se encuentran, debido a que algunas especies podrían estar siendo afectadas por

diversos factores como la sobrecolecta, lo que a futuro podría afectar en su desarrollo y llevarlas a la disminución de sus poblaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Balakumar, R., Sivaprakasam, E., Kavitha, D., Sridhar, S., y J.S Kumar. (2011). Actividad antibacteriana y antifúngica de los cuerpos fructíferos de extracto de hongos *Phellinus*. Revista Internacional de Ciencias Biológicas, 1(3), 72-77.

Cano, E. A. y L. Romero B. (2016). Valor económico, nutricional y medicinal de hongos comestibles silvestres. Revista chilena de nutrición. Vol. 43, Nº1, 2016.

Cheung, P.C.K. (2010). Los beneficios nutricionales y de salud de las setas. Nutrition Bulletin, 35 (4), 292-299.

Da Silva, A. C. J. Neuza. (2011). Mushrooms: Bioactive Compounds and Antioxidant Properties. Revista UNOPAR de las ciencias Biologicas y la Salud 2011; 13 (Esp): 375-84.

Garibay-Orijel R., M. Martínez R. y J. Cifuentes. (2009). Disponibilidad de esporomas de hongos comestibles en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Revista Mexicana de Biodiversidad 80: 521- 534, 2009.

Gilberson, R. L. y Ryvarden, L. (1986). North American Polypores. Vol. 1. Abortiporus-Lindtneria. Oslo: Fungiflora, 433 p.

Guzmán, G. (1977). Identificación de los hongos, comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de madera. Editorial Limusa México, D.F., 236 p.

Index Fungorum. http://www.indexfungorum.org/. Consultado en febrero del año 2018.

Jaramillo, M. S. y E. Alberto. (2013). Heat treatment of wheat straw by inmersion in hot water decreases mushroom yield in *Pleurotus ostreatus*. Revista Iberoamericana de Micología 2013; 30(2):125–129.

Kozarski, M., A. Klaus, D. Jakovljevic, N. Todorovic, J. Vunduk, P. Petrović, M. Niksic, M. M. Vrvic y L.V. Griensven. (2015). Antioxidants of Edible Mushrooms. 2015. Molecules 2015, 20, 19489-19525.

Largent, D. L., Johnson, D. y Watling, R. (1977). How to identify mushrooms to genus III: Microscopic features. Eureka: Mad Rivers Press Inc., California.

Márquez, F. O., L. A. Juárez P. y A. Trigos. (2014). Aislamiento e identificación de esteroles de una cepa comercial de *Pleurotus* sp. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 20(2), 227-235.

Moreno, Á. F. (2014). Un recurso alimentario de los grupos originarios y mestizos de México: los hongos silvestres. Revista Anales de Antropología. 48-I (2014), 241-272.

Phillips, R. (1991). Mushroom of North America. Little Brown and Company, Boston, 319 p.

Quiñones M., M., F., Ruan S., E., I., Agilar M., F., Garza O., T., Lebgue K., P., A., Lavín M. y I., D., Enríquez A. (2014). Knowledge and use of Comestible mushroom in two municipalities of the Sierra Tarahumara, Chihuahua, México. Journal of ethnobiology, 10:67.

Quiñónez M., M., F., Garza O., S., Anguiano F., V., Chacón R. y S., Bernal C. (2010). Diversidad de hongos comestibles en los bosques de Bocoyna y urique del estado de Chihuahua. Ciencia en la frontera: Revista de ciencia y tecnología de la UACJ. Volumen VIII, pp. 29-34.

Reis, F.S., Barros, L., Martins y A. Ferreira. I.C.F.R. (2012). Potencial antioxidante de *Pleurotus erygnii*: comparacao entre amostras silvestres ecultivadas. *Food Chemistry* & *Technology*. 2012. 50, 19 1-197.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. México, Diario Oficial de la Federación (DOF), segunda sección, jueves 30 de diciembre de 2010, 78 p.

Singer, R. (1986) The Agaricales in Modern Taxonomy. Koeltz Scientific Köenigstein, Federal Republic of Germany: Koeltz Scientific Books, 981 p.

Sobal, M., D. Martínez C., Morales, P. y Roussos, S. (2007). Classical characterization of mushroom genetic resources from temperate and tropical regions of México Micología Aplicada International, vol. 19, núm. 1, 2007, pp. 15-23 Colegio de Postgraduados Puebla, México.

Syed, A. A., J. A. Kadam, V.P. Mane, S.S. Patil y M.M.V. Baig. (2009). Biological Efficiency And Nutritional Contents Of *Pleurotus* florida (Mont.) Singer Cultivated On Different Agro-wastes. Nature and Science, 2009; 7 (1), ISSN 1545-0740.

RELACIÓN ENTRE LA RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA Y RADIACIÓN DIRECTA EN EL EJIDO VENECIA, DURANGO, MÉXICO, DURANTE LOS AÑOS 2016 Y 2017

Maribel Navarro Morones[1], Edmundo Castellanos Pérez[1], Ulises Noel Gutiérrez Guzmán[1]

[1]Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia Km 35 Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo. Domicilio Conocido, Venecia, Durango, México
e-mail: mabel_navarro81@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La radiación fotosintéticamente activa (RFA) es la porción del espectro solar que comprende entre los 400 a 700 nm (Lambers *et al*., 1998). Los fotones que comprenden esta parte del espectro electromagnético son capaces de convertir la energía solar a energía química por la planta a través de la fotosíntesis, y puede ser representado por la densidad de fotón de flujo fotosintético (μmol m^{-2} s^{-1}) y energía (W m^{-2}) (Zhian *et al*., 2017). Los pigmentos de la clorofila son efectivos en absorber energía en la banda azul (de 400 a 510 nm) y en la banda roja (de 610 a 700 nm), de la porción visible del espectro electromagnético, y son el centro del proceso fotosintético, por lo tanto la longitud de onda de 400 a 700 nm es nombrada radiación fotosintéticamente activa (Oke, 1996).

La conversión de la radiación RFA incidente y absorbida en energía química libre por la fotosíntesis, es vital en los sistemas biológicos (Denegri *et al*., 2009), siendo un importante entrada en los modelos de fisiología y crecimiento vegetal (Meek *et al*., 1984; Alados *et al*., 1996). A pesar de la importancia de la RFA en la producción de la vegetación rara vez es medida y es estimada de otros parámetros (Al-Shooshan, 1997).

Contar con información precisa sobre la irradiación fotosintéticamente activa incidente sobre la superficie terrestre es importante para el modelado de los sistemas agrícolas y ecológicos. Conocer el comportamiento de la componente fotosintética de la radiación solar en plano horizontal, permitirá mejorar los modelos que representan la fisiología de los cultivos y la precisión de los pronósticos de rendimiento que tengan a la componente fotosintética (o alguna variable derivada de ella) como dato de entrada (Denegri, 2104).

Meek *et al*. (1984) mencionan que la RFA es el 45% de la irradiancia solar, y Tsubo y Walker (2005) reportan entre 45 y 50%. Jacovides *et al*. (2003) encontraron dependencia estacional entre RFA e irradiancia solar, siendo la tasa de 0.456 en el verano, septiembre

teniendo la más alta tasa (0.465), y 0.451 en el invierno, siendo el mes de marzo con 0.447 la tasa más baja.

El objetivo de este trabajo fue encontrar modelos de regresión entre la radiación solar directa y la radiación fotosintéticamente activa por mes usando información de cada minuto por dos años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción y ubicación del área de estudio

Para la elaboración del siguiente trabajo de investigación fueron utilizados los datos de radiación directa y radiación fotosintéticamente activa de los años 2016 y 2017 de la Estación Solarimétrica ubicada dentro de las instalaciones de la Facultad de Agricultura y Zootecnia del ejido Venecia, municipio de Gómez Palacio Durango. Esta estación forma parte del Servicio Solarimétrico Mexicano. La ubicación geográfica del lugar de estudio se muestra a continuación en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ubicación Geográfica de la Estación Solarímetrica VEN_06.

Nombre de la estación	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Ven_06	25°47´4.70´´N	103°20´56.60" O	1113

Instrumentos de radiación solar

La medición de la radiación directa (W m^{-2}) se hizo con el equipo pirheliómetro marca KIPP&ZONE modelo CHP1, el cual está montado sobre el seguidor solar y apuntando al disco solar. Para la radiación fotosintéticamente activa (RFA) en µmol m^{-2} s^{-1} se utilizó el sensor PAR marca Licor Modelo Quantum PQSI, este sensor está en posición horizontal sobre una plataforma de la caseta. La orientación de los instrumentos es hacia el norte y están conectados a un sistema automático de adquisición de datos CR3000. Los datos son recopilados cada tres segundos y esos valores sumados y promediados cada minuto en µmol m^{-2} s^{-1} para RFA y W m^{-2} para la radiación directa, obteniendo un total de 1440 datos diarios.

Manejo de la base de datos

La información fue recopilada al programa Logger net, después fue extraída hacia una hoja electrónica de cálculo Excel donde fue organizada por mes, cada mes se desglosó en sus

28, 30 y 31 días. Posteriormente se procedió a utilizar el programa estadístico SAS para el análisis de datos.

Análisis estadístico

Se obtuvieron modelos de regresión lineal donde la variable dependiente fue la RFA y la independiente la radiación directa por cada mes del año con datos de cada minuto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los meses de abril, mayo, junio, octubre y noviembre, se encontraron modelos de regresión en ambos años con coeficientes de regresión (R^2) mayores a 0.6. En febrero en 2016 la R^2 fue de 0.52 y en 2017 de 0.78. En julio y agosto la información no fue registrada en ambos años. En enero para 2016, R^2 fue de 0.73 y para 2017 de 0.46, en marzo R^2 fue de 0.57 y para 2017 de 0.24. En diciembre para 2016 la R^2 encontrada fue de 0.64 y para 2017 de 0.46 (Cuadro 2). La variación en la relación de RFA y la radiación solar varía de acuerdo a varios factores meteorológicos como el vapor de agua, la turbiedad del aire, lo extenso y tipo de las nubes en la atmósfera (Jacovides *et al*., 2003). Debido a los cambios en el ángulo solar zenith y condiciones atmosféricas, la magnitud de la RFA cambia en el transcurso de las horas (Zheng *et al.,* 2008), por lo tanto ya que la RFA se midió desde una plataforma fija sin movimiento en el instrumento de medición y la radiación directa sí estuvo ~~-~~siguiendo" al sol, es otra fuente de variación que hizo que bajara la relación entre estas dos variables.

Cuadro 2. Modelos de regresión encontrados en Venecia, Durango, México, donde ~~-~~Y" es la radiación fotosintéticamente activa en µmol m^{-2} s^{-1} y ~~-~~X" la radiación solar directa en W m^{-2}.

Fecha	Ecuación de regresión	R^2	n
Enero			
2016	$Y = 7.29822 – 0.01902X + 0.000047X^2$	0.729	19205
2017	$Y = 10.77425 – 0.00424X + 0.000039X^2$	0.462	19643
Febrero			
2016	$Y = 13.83219 – 0.02604X + 0.000055X^2$	0.520	19625
2017	$Y = 6.22331 – 0.02578X + 0.000060X^2$	0.782	19327
Marzo			
2016	$Y = 10.84801 + 0.00269X + .000030X^2$	0.573	22133
2017	$Y = 163.12714 – 0.68749X + 0.0000014X^3$	0.240	21965
Abril			
2016	$Y = 12.15069 + 0.005206X + 0.000000003X^3$	0.615	22414
2017	$Y = 139.09495 + 0.59315X – 0.0000001X^3$	0.657	22977
Mayo			
2016	$Y = 9.39636 + 0.01647X + 0.000000031X^3$	0.674	24789
2017	$Y = 379.17034 + 0.32860X + 0.00000X^3$	0.668	25567
Junio			
2016	$Y = 9.06852 + 0.006003X + 0.000000045X^3$	0.738	24075

2017	$Y = 137.91889 + 0.61908X – 0.0000001X^3$	0.761	24196
Septiembre			
2016	$Y = 9.57317 – 0.00356X + 0.0000000X^3$	0.732	21861
2017	$Y = - 113.52263 + 0.94182X -0.0000002X^3$	0.463	21170
Octubre			
2016	$Y = 7.98086 – 0.01048X + 0.000000072X^3$	0.783	21251
2017	$Y = - 34.50617 + 1.45232X – 0.00000052X^3$	0.661	21299
Noviembre			
2016	$Y = 10.24201 – 0.008974X + 0.00000006X^3$	0.625	18776
2017	$Y = 301.514653 – 0.239911X + 0.000000X^3$	0.613	19743
Diciembre			
2016	$Y = 6.072706 + 0.010877X + 0.00000004X^3$	0.637	18776
2017	$Y = 232.0724 + 0.72376X – 0.000045X^2$	0.455	19743

CONCLUSIONES

En conclusión, se encontró buena relación entre las variables radiación fotosintéticamente activa y radiación solar directa para los meses de primavera abril, mayo y junio, así como para los meses de otoño octubre y noviembre. Los coeficientes de regresión se pudieran aumentar si las condiciones atmosféricas hubieran sido consideradas.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Mauro Valdez Barrón, Instituto de Geofísica de la UNAM. Centro Mexicano de Innovación de Energía Solar (CeMIE-Sol).

BIBLIOGRAFÍA

Alados, I., I. Foyo-Moreno, L. Alados-Arboledas. 1996. Photosynthetically active radiation: measurements and modelling**.** Agricultural and Forest Meteorology 78:121-131.

Al-Shooshan, A.A. 1997.Estimation of Photosynthetically Active Radiation under an Arid Climate. J. Agric Engng Res . 66: 9-13.

Denegri , M. J. 2014. Radiación Fotosintéticamente Activa: Desarrollo de un modelo empírico para su estimación en plano inclinado. Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente 2: 1143-1148.

Denegri, M. J., H. Righini, and H. Grossi Gallegos. 2009. Estudio comparativo del comportamiento de un sensor PAR desarrollado por CENEA. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 13:1133-1140.

Jacovides, C.P., F. S. Tymvios, D. N. Asimakopoulos, K. M. Theofilou, and S. Pashiardes. 2003. Global photosynthetically active radiation and its relationship with global solar radiation in the Eastern Mediterranean basin. Theor. Appl. Climatol. 74: 227-233.

Lambers, H., F.S. Chapin III, and T.L. Pons. 1998. Plant Physiological Ecology. Springer-Verlag, New Yor, USA. 540 p.

Meek, D.W., J.L. Hatfield, T.A. Howell, S.B. Idso, and R.J. Reginato. 1984. A generalized relationship between photosynthetically active radiation and solar radiation. Agronomy Journal 76: 938-945.

Oke, T.R. 1996. Boundary Layer Climates. Second Edition, Fith Reimpresion. Routledge Thomson Publishing Co. Great Britain. 435 p.

Tsubo, M. and S. Walker. 2005. Relationships between photosynthetically active radiation and clearness index at Bloemfontein, South Africa. Theor. Appl. Climatol. 80, 17-25.

Zheng, T., S. Liang, and K. Wang. 2008. Estimation of incident photosynthetically active radiation from GOES visible imagery. Journal of Applied Meteorology and Climatology 47: 853-868.

Zhian, S., H. Liang, J. Liu, and G. Shi. 2017. Estimation of photosynthetically active radiation using solar radiation in the UV-visible spectral band. Solar Energy 153: 611-622.

RELACIÓN CITOCINA-AUXINA EN LA MULTIPLICACIÓN *in vitro* DEL ÓRGANO "SACASIL" *Echinocereus poselgeri* Lem. CACTÁCEA ORNAMENTAL

E. Edith Villavicencio Gutiérrez[1]*, Adela Quintana Monroy[2] y Miguel Agustín Carranza Pérez[2]

[1*]INIFAP-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas Km 342+119 No. 9515, Col. Hacienda de Buenavista C.P. 25315 Saltillo, Coahuila, México.
[2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Depto. de Botánica. Calzada Antonio Narro No. 1923 Col. Hacienda de Buenavista C.P. 25315 Saltillo, Coahuila, México.
Correo e: villavicencio.edith@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La conservación *ex situ* promueve la preservación de material vegetativo en diferentes condiciones mediante métodos de regeneración *in vivo* e *in vitro* para el mantenimiento de colecciones, conservación del recurso fitogenético, producción de semillas y realizar acciones de uso y potenciación de material nativo de interés ornamental.

Las cactáceas ornamentales son bien conocidas en una escala que va desde su uso eventual hasta la conformación de colecciones especializadas, por lo que su uso como planta de interior o exterior ha cobrado una notable importancia dentro del mercado de plantas ornamentales en todo el país. Por lo anterior, los productores del sector ornamental han manifestado el interés de impulsar esta cadena de valor con nuevos productos de plantas xerofitas.

Las plantas del órgano comúnmente llamado sacasil (*Echinocereus poselgeri* Lem.) son cactus de maceta que presentan tallos delgados y cilíndricos con diámetro de 2 cm y espinas radiales blanquecinas en sus costillas. Son plantas que alcanzan una altura de 30 a 60 cm con tallo color verde azulado oscuro, con brotes hacia la punta del ápice. Sus flores en forma de embudo son de color rosa magenta muy vistosas. (Bravo-Hollis y Sánchez Mejorada, 1991; Tropicos, 2016; Villavicencio *et al*., 2010). Por sus características pueden formar parte de la arquitectura del paisaje para la decoración de interiores y exteriores en casas y jardines.

Esta especie no se cuenta con un protocolo de micropropagación para la producción intensiva de plantas, por lo que el objetivo del presente estudio fue establecer el esquema de multiplicación *in vitro* que permita la propagación de este cactus para obtener plantas en cantidades suficientes con tamaño y calidad comercial, el cual posteriormente puede ser validado con productores con registro de UMA (Unidad de Manejo Ambiental).

La micropropagación se basa en el cultivo de tejidos vegetales (CTV) los cuales pueden ser tejidos u órganos que se toman de una o más plantas donadoras, las cuales tienen meristemos preexistentes y a partir de éstos se pueden generar uno o más brotes establecidos en un medio

nutritivo en condiciones asépticas. Diferentes técnicas de CTV se han empleado para el estudio y propagación de una gran variedad de especies y en las últimas dos décadas el CTV ha demostrado su gran utilidad para propagar especies en peligro de extinción y especies de valor económico. Esta técnica ofrece la posibilidad de producir plantas a tasas más altas que las que se obtienen mediante procedimientos tradicionales de cultivo (Cano, 2013). Las técnicas de micropropagación ofrecen una alternativa para la conservación de los recursos genéticos y rescate de especies como este tipo de cactus con valor agregado, misma que pueden aplicarse bajo el esquema de laboratorio-invernadero (Cano, 2013; Engelmann, 2011 y Espinosa *et al*., 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (LCTV) del Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP, ubicado en el municipio de Saltillo, Coahuila. En esta etapa se utilizó el medio MS (Murashige, 1974) para la inducción de brotes (MIB) al que se adicionaron los diferentes tratamientos. Mediante un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial se evaluaron como factor A dos tipos de citosinas: 6-bencil aminopurina (BAP) y cinetina 6-furfuryl aminopurina (KIN) considerando cuatro niveles de concentración (2.5, 5.0 7.5 y 1.0 mg/L^{-1}) en interacción con dos tipos de auxina (ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) como factor B manteniendo una relación citosina-auxina de 10:1. En total se evaluaron 16 tratamientos estableciendo cinco explantes por frasco con 10 repeticiones por tratamiento. Los explantes se incubaron por ocho semanas evaluando como variables de respuesta el número de brotes/explante (*Nb*) y altura (*Ab*), en milímetros (mm) para determinar la tasa de multiplicación por tratamiento. Las variables evaluadas se analizaron mediante el procedimiento PROC GLM del Sistema de Análisis Estadístico SAS, (Versión 9.1), realizando un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de rango múltiple Tukey ($P \leq 0.05$), con una probabilidad del 95% (SAS, 2006).

Condiciones de incubación. El material vegetativo se estableció en el cuarto de incubación del LCTV considerando una temperatura de 25 ± 2°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto entre citosinas. Entre estas fitohormonas existieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$), siendo la 6-bencil aminopurina (BAP) la que superó en número de brotes a los tratamientos establecidos con cinetina (KIN) 6-furfuryl aminopurina registrando un *Nb* de 3.9 brotes/explante, pero en altura su efecto fue inverso, registrando con KIN una *Ab* mayor a 3.75 mm (Figuras 1a y 1b).

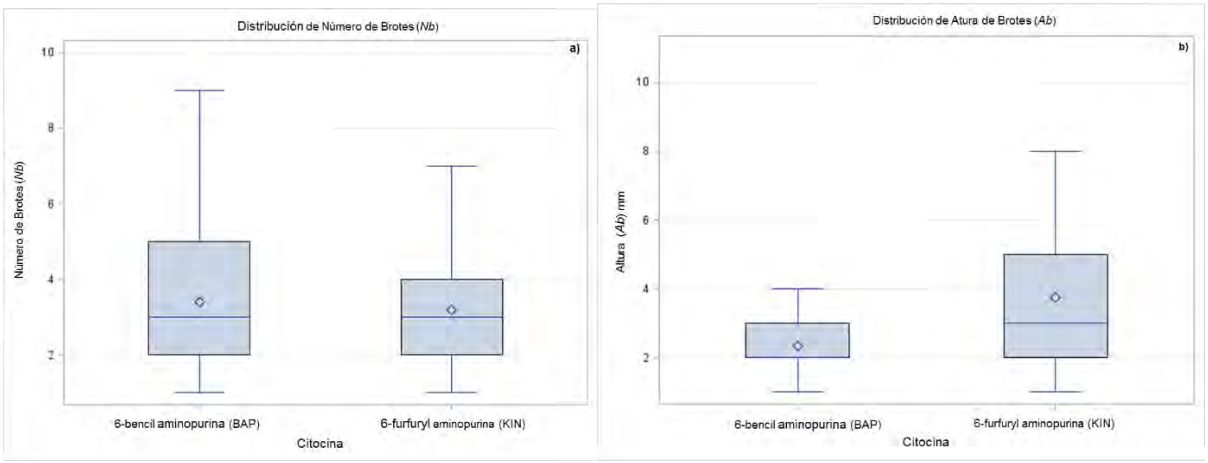


Figura 1. Efecto del tipo de citosina en la multiplicación *in vitro* del órgano ~~s~~acasil" (*Echinocereus poselgeri* Lem.)

Efecto entre auxinas. Entre ambas fitohormonas (ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) no existieron diferencias significativas (P≤ 0.05) en *Nb,* registrando en promedio 3.29 brotes/ explante con una *Ab* de 3.35 mm (Figuras 2a y 2b).

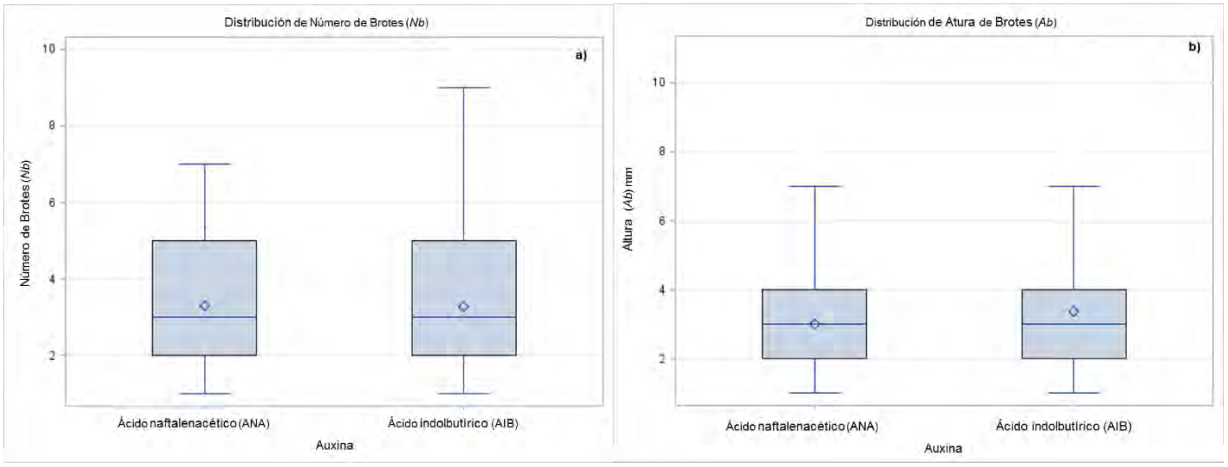


Figura 2. Efecto del tipo de auxina en la multiplicación *in vitro* del órgano ~~s~~acasil" (*Echinocereus poselgeri* Lem.)

Efecto entre concentraciones. Al analizar todos los tratamientos por concentración, independientemente del tipo de citosina y auxina utilizada, se determinó que existieron diferencias altamente significativas entre concentraciones (P≤ 0.05) siendo las concentraciones de 2.5 y 7.5 mgL^{-1} las que superaron en número de brotes al resto de las concentraciones evaluadas registrando un *Nb* de 3.62 brotes/explante. En *Ab* las concentraciones de 7.5 y 1.0 mgL^{-1} fueron iguales estadísticamente, registrando un *Ab* de 4.0 mm superando al resto de las concentraciones evaluadas (Figuras 3a y 3b).

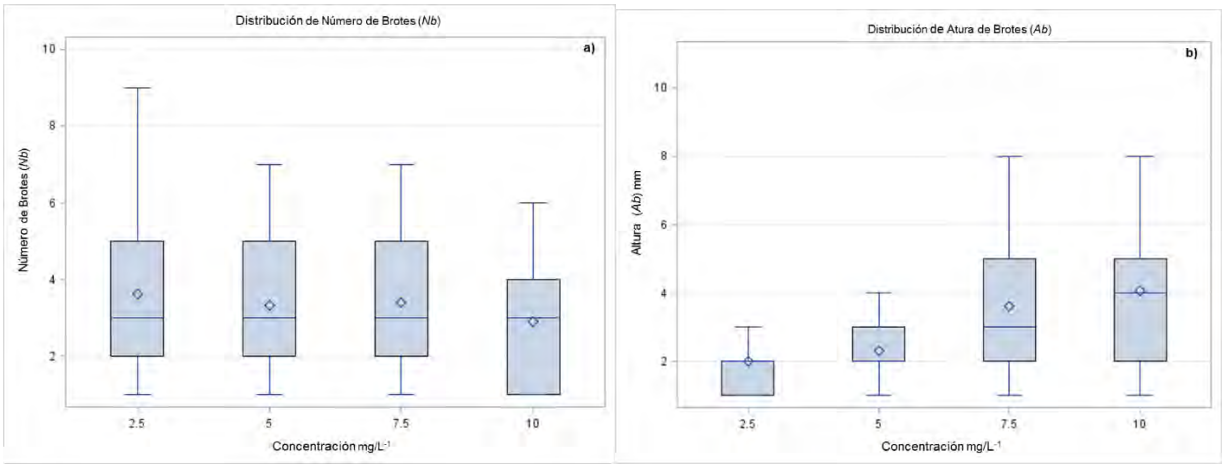


Figura 3. Efecto de la concentración de citocina en la multiplicación *in vitro* del órgano ~~s~~acasil" (*Echinocereus poselgeri* Lem.)

Efecto entre Tratamientos. Se realizó una prueba de medias de Tukey (P≤ 0.05) para analizar los factores como efectos independientes, considerando la interacción entre el tipo de citocinas y auxinas con sus diferentes concentraciones. Se determinó que el medio MIB, adicionado con 2.5 mgL^{-1} de BAP + 0.25 mgL^{-1} de AIB, fue el que registró un *Nb* de 4.18 brotes/explante, siendo el tratamiento que superó con esta variable al resto de los tratamientos evaluados; sin embargo, su altura fue menor a la de otros tratamientos (*Ab*=1.62 mm), siendo brotes pequeños de difícil manipulación al subcultivo. A excepción de este tratamiento, el resto de los tratamientos donde se usó BAP fueron estadísticamente iguales en *Nb* con una *Ab* inferior a 3 mm. Cuando se usó KIN el mayor *Nb* se obtuvo con el medio MIB adicionado con 7.5 mgL^{-1} de KIN + 0.75 mgL^{-1} de AIB registrando un *Nb* de 3.73 brotes/explante, siendo el tratamiento que superó con esta variable al resto de los tratamientos evaluados con esta fitohormona, obteniendo brotes con mayor tamaño, 5.05 mm lo que permite su manipulación por el operario al realizar el subcultivo (Figura 4). Con esta fitohormona la menor respuesta en *Nb* y *Ab* se obtuvo con la concentración de 2.5 y 5.0 mgL^{-1} combinada con ambas auxinas (ANA y AIB).

El efecto de mayor número de brotes con menor tamaño es un efecto que ocurre con frecuencia en la microporpagación, como lo refieren Bustamante y Tovar (1990), Mata *et al.* (2001) y Pacheco (2015), por lo que siempre es adecuado evaluar varias combinaciones para determinar el equilibrio entre estas variables. Esto permite seleccionar el tratamiento donde la respuesta sea regulada tanto en número como en tamaño, para que se pueda continuar con éxito con las siguientes etapas de la microporpagación. Este efecto lo encontramos con el MIB adicionado con 7.5 mgL^{-1} de KIN + 0.75 mgL^{-1} AIB en donde se generaron brotes con un *Nb* de 3.73 brotes/explante con altura de 5.0 mm. Esta interacción de fitohormonas influye positivamente en la morfogénesis de esta especie, siendo la cinetina 6-furfuryl aminopurina (KIN) y el ácido

indolbutírico (AIB) son los que regulan la división celular y crecimiento vegetal del explante modulando la respuesta morfogenética.

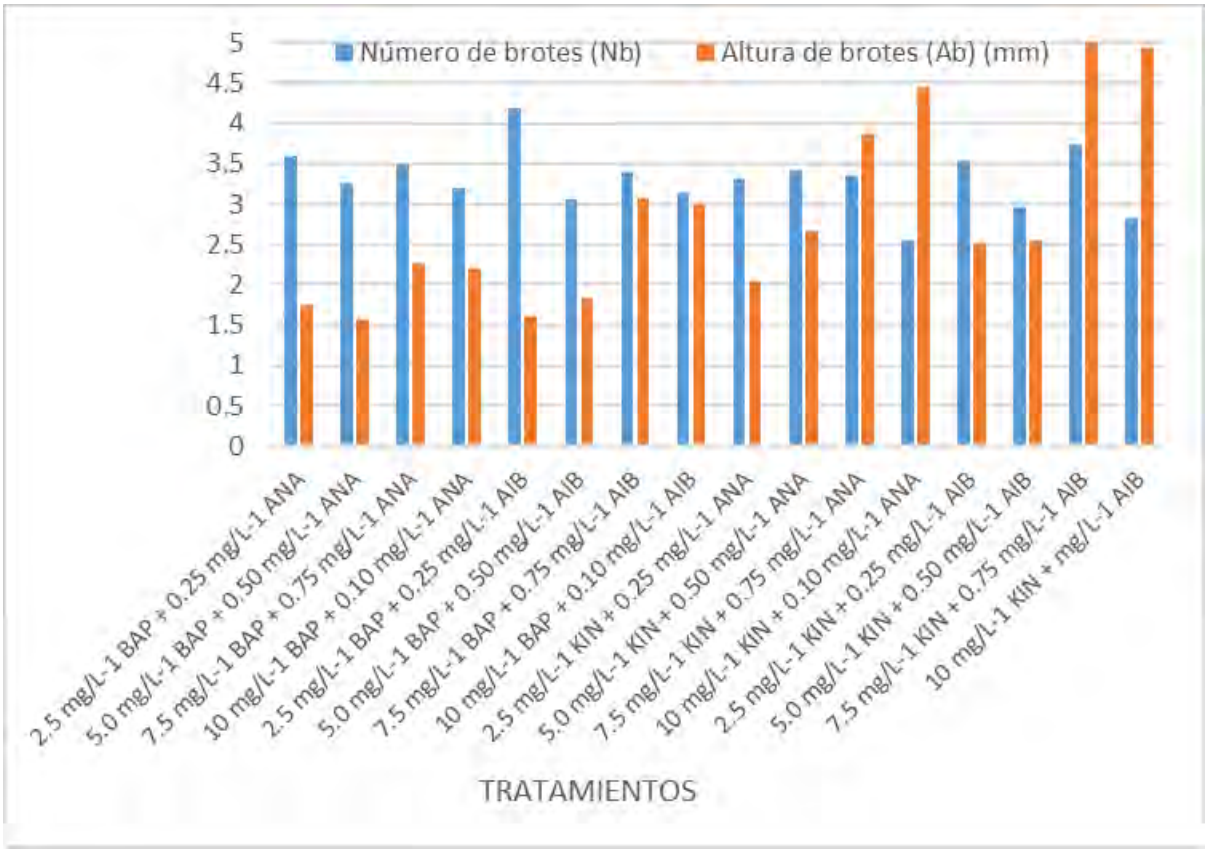


Figura 4. Efecto de los tratamientos en la multiplicación *in vitro* del órgano ~~s~~acasil" (*Echinocereus poselgeri* Lem.)

El efecto de la interacción KIN:AIB es similar al reportado por Velázquez y Soltero (2001), Finti *et al.* (2012) y Pacheco (2015), quienes encontraron que la fuente de citocina tiene efectos significativos sobre la producción de brotes en *Epithelantha micromeris* var. *micromeris* y *Opuntia ficus-indica,* por lo que se tiene que considerar este proceso para poder llevar a cabo la micropropagación de cactáceas.

En la etapa de multiplicación del órgano ~~s~~acasil" (*E. poselgeri*) el control hormonal influye en la diferenciación del explante, como lo refieren Ascough y Van Staden (2010), Escobedo 2000; Dávila *et al.* (2005) y Mauseth (1979), mostrando que la regeneración de brotes *in vitro* de esta especie es posible a partir de yemas axilares como también ha sido reportado para otras especies de cactáceas como; *Cephalocereus senilis, Mammillaria voburnensis, Obregonia* denegrii y *Turbinicarpus* sp. (Cardarelli *et al*., 2010: Choreño *et al.,* 2002; Dávila *et al*., 2005; Ordoñez, 2003)

Tanto la eficiencia en el tratamiento de inducción de brotes como el coeficiente de brotación son importantes en la etapa de multiplicación para alcanzar los resultados finales en la micropropagación, pues de esta etapa dependerán las cantidades de explantes que se establezcan y las vitroplantas que se produzcan.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de técnicas de conservación *ex situ* se puede regenerar esta especie y multiplicar *in vitro* el cactus tipo órgano ~~s~~acasil" obteniendo una tasa de multiplicación exponencial de 3 brotes/explante. Esto incrementa la producción de esta planta ornamental de interés para el sector productivo generando volúmenes comerciales para abastecer el mercado de plantas de maceta.

AGRADECIMIENTOS

A la Convocatoria de Proyectos Fiscales de INIFAP por el apoyo al proyecto con registro SIGI: 1812372498 titulado: ~~B~~anco de Germoplasma de Cactáceas del C.E. Saltillo".

BIBLIOGRAFIA

Ascough G. D. and J. Van Staden. 2010. Micropropagation of *Albuca bracteata* and *A. nelsonii indigenous* ornamentals with medicinal value. South African Journal of Botany 76 (2010) 579–584.

Bravo-Hollis H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991. Las cactáceas de México. 2a edición. Editorial PORRUA. Edo de México, México. Vol. II. 743 p.

Bustamante M. A. and L.G. Tovar.1990. *In vitro* Shoot Formation of Cacti Species in Response Cytokinins and Auxin. Departament of Agriculture. UAAAN. Buenavista Saltillo Coah. Méx. 14 p.

Cano C., M. 2013. Aplicación de la micropropagación y criopreservación a la conservación ex situ de especies vegetales de interés. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. Instituto Universitario de Investigación CIBIO (Centro Iberoamericano de la Biodiversidad). San Vicente del Raspeig, Alicante, España 173 p.

Cardarelli M.; D. Borgognone y G. Colla. 2010. Propagación *in vitro* de *Obregonia denegrii* (Cactaceae). Propagación de plantas ornamentales 10: 29 – 36.

Choreño–Tapia J.; M. R. González H. y T. Terrazas-Salgado., L. Hernández A. 2002. Propagación *in vitro* de *Cephalocereus senilis* Haworth Pfeiffer a partir de areolas. Revista Chapingo. Serie Horticultura 8 (2):183 -196 p.

Dávila F., C. A.; C. M. L. De La Rosa y M. B. Pérez. 2005. *In vitro* propagation of eight species or subspecies of *Turbinicarpus* (Cactaceae). *In vitro* Cellular and Developmental Biology-Plant, 41: 540-545.

Engelmann F. 2011.Use of biotchnologies for the conservation of plant biodiversity. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant 47:5-16

Escobedo B. L., H. T., García O. y Rubén R. M. 2000. Propagación *in vitro* de *Turbinicarpus valdezianus* (MOLLER) GL&F. XVIII Congreso Nacional. *En*: Memoria de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. Universidad de Guanajuato. Irapuato, Guanajuato. pp.: 330.

Espinosa-Flores A.; H. González-Rosas; J. Mejía-Muñoz. 2003. La comercialización de plantas en peligro de extinción. *In*: Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental. Universidad Autónoma, Chapingo. AMEHOAC (Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental, A. C Texcoco, Estado de México, México. pp. 199-217.

Finti I., A; E. Boullani R.; E. Ayadi F.; A. Aabd N. and E. Mousadik A. 2012. Micropropagación *in vitro* de *Opuntia ficus-indica* en el sur de Marruecos. Revista Internacional de Ciencia Química y Bioquímica 1: 6-10.

Guzmán, U.; S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. UNAM., CONABIO. México, D. F. 315 p.

Hubstenberger J. F. P., W. Clayton and G. Phillips C. 1992. Micropropagation of Cacti (Cactaceae). *In*: Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 20. High-Tech and Micropropagation IV. Y P S Bajaj (Eds). Springer-Verlag, Berlin Germany. 49 p.

Mata R. M., Monroy-De La Rosa, M., Goldammer, K.M., Chávez-Ávila, V.M. 2001. Micropropagation of *Turbinicarpus laui* Glass *et* Foster, an endemic and endangered species. *In Vitro* Cellular and Developmental Biology-Plant 37: 400-404.

Mauseth J., D., 1979. A new method for the propagation of cacti: sterile culture of axillary buds. Cactus Succulent Journal 51: 186 – 187 p.

Murashige T. 1974. Plant propagation through tissue cultures. Ann. Rev. Plant Physiol. 25: 135-166.

Ordoñez M. M. A. 2003. Propagación *in vitro* de *Mammillaria voburnensis* Scheer. (Cactaceae) Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. 70 p.

Pacheco R., F. C. 2015. Micropropagación de tres especies de nopal (Opuntia ficus-indica L. Miller. Tesis Licenciatura. Departamento de Botánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Saltillo. Buenavista Saltillo, Coahuila.

SAS Institute Inc. 2006. SAS/IML User's Guide. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary NC. 856 p.

Tropicos 2016. Trópicos: *Echinocereus poselgeri* Lem. http://www.tropicos.org/Name/33700793 (Consulta: 14 julio 2018).

Velázquez E., L. E. y R. Soltero Q. 2001. Micropropagación de *Ephithelantha micromeris* Engelm. Weber ex Britton et Rose. XLVI (3): 56 -62.

Villavicencio G., E. E.; A. Arredondo G.; M. A. Carranza P.; O. Mares A.; S. Comparan S.; A. González C. 2010. Cactáceas ornamentales del Desierto Chihuahuense que se distribuyen en Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León, México. Libro técnico No. 2 ISBN: 978-607-425-473-0. Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP. Saltillo, Coahuila, México. 345 p.

FERTIRRIEGO DE LA BIZNAGA BONETE DE OBISPO (*Astrophytum myriostigma* Lem) CACTACEA ORNAMENTAL DE TIPO GLOBOSO EN INVERNADERO

E. Edith Villavicencio Gutiérrez[1]*, Adela Quintana Monroy[2], Leobardo Bañuelos Herrera[2] y Miguel Agustín Carranza Pérez[2]

[1*]INIFAP-Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo-Zacatecas Km 342+119 No. 9515, Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, C.P. 25315, México.
[2]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Depto. de Botánica. Calzada Antonio Narro No. 1923 Col. Hacienda de Buenavista C.P. 25315 Saltillo, Coahuila, México.
[3]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Depto. de Horticultura. Calzada Antonio Narro No. 1923 Col. Hacienda de Buenavista C.P. 25315 Saltillo, Coahuila, México.
Correo e: villavicencio.edith@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas la horticultura ornamental ha presentado muchos cambios; se ha incrementado el número de productores, se han promovido nuevas especies ornamentales, se han integrado nuevas regiones al cultivo, se ha aumentado la superficie de producción bajo invernadero o malla sombra y en algunos cultivares se ha aumentado la importación (SIAP-SAGARPA, 2013; Granada, 2014; Gámez *et al.*, 2016 y Martínez, 2015).

Actualmente se producen y comercializan más y mejores especies, que compiten con variedades tradicionales, ampliando la diversidad de productos que llegan al mercado, en donde la popularidad de las cactáceas como plantas de ornato en jardines, parques y espacios visuales, está creciendo, por lo que es una oportunidad para que los productores de cactáceas puedan incrementar sus productos y mercado.

Las cactáceas ornamentales mexicanas aportan valores estéticos en el país y en todo el continente. En México existen especies nativas en el Desierto Chihuahuense (Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Querétaro), Desierto Sonorense (Sonora) y de los estados de Baja California Sur, Tamaulipas, Oaxaca e Hidalgo que por su rareza y belleza se utilizan en la jardinería como planta de maceta de interior y exterior (Guzmán *et al*., 2003 y Villavicencio *et al*., 2010). En el mercado de las ornamentales, la producción nacional de cactáceas es de 1 millón de plantas anuales; sin embargo, la producción de especies en estatus de riesgo, como el caso del ~~b~~onete de obispo" (*Astrophytum myriostigma* Lem.) no supera el 5% de dicho volumen, por lo que existe interés en incrementar la producción de este tipo de especie que tiene importancia ecológica y comercial entre los productores y viveristas con registro de UMA (Unidad de Manejo Ambiental) (Gámez, 2016; Villavicencio, 2015).

Las plantas de esta especie son cactus de maceta de tipo simple o cespitoso de tallo globoso a cilíndrico de gran atracción por el consumidor. Alcanzan una altura de hasta 60 cm con diámetro

de 10 a 20 cm. Presentan un tallo grueso cubierto de tricomas con areolas en las costillas. Las flores son de 4 a 6 cm de diámetro y brotan de las areolas floríferas en el borde de las costillas, presentando tépalos internos de color amarillo. Sus semillas son brillosas de tipo navicular (Bravo-Hollis, 1991; Tropicos, 2016; Villavicencio *et al.,* 2010).

En general, las plantas de ornato de maceta requieren de aportes periódicos de fertilizantes líquidos o sólidos, pero en cactus y plantas crasas éstos deben ser especiales considerando que son plantas xerófitas (Arredondo, 2016; Flores*,* 2009).

Los elementos nutritivos son los que determinan el desarrollo del vegetal, la coloración del follaje o del tallo, la calidad de las espinas, así como la calidad y cantidad de flores. Los requerimientos nutricionales para cactáceas y algunos agaves han sido estudiados por varios autores como Nobel (1983); sin embargo, la respuesta de las cactáceas a la fertilización es variada y aparentemente no es específica para cada especie, debido a la naturaleza de su sistema radicular, por lo que su desarrollo puede influir en el crecimiento de la planta y puede explicar, de cierto modo las diferentes respuestas de las cactáceas a las concentraciones de nutrimentos, como el efecto encontrado en *Echinocactus grusonii* y pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* L.) donde se encontraron respuestas diferentes (Maiti *et al.,* 2003; Orrico, 2013 y Tanaka *et al.,* 1983). La fertilización es un tema importante y poco experimentado en cactáceas de ornato, donde se puede incluir la adición de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos o potásicos, así como varios nutrientes, mayores o menores, según el objetivo; sea crecimiento, producción de flores o protección de las plántulas (Arredondo, 2009; Flores, 2009 y Hartmann, 1982 y). En muchos viveros del país se utilizan fertilizantes solubles con fórmulas NKP de 20-10-20, 20-20-20 y 9-45-15 o similares (ASYCS, 2010). Estos contienen en general fórmulas completas con la presencia de elementos mayores y menores; sin embargo, en cactus se requiere establecer una tasa equilibrada de nitrógeno, fósforo y potasio, dado que son plantas xerófitas de crecimiento lento, por lo que el objetivo del presente proyecto fue determinar en invernadero el efecto de la nutrición evaluado diferentes concentraciones y balances nutrimentales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el invernadero del Campo Experimental Saltillo del INIFAP, ubicado en el municipio de Saltillo, Coahuila. Se utilizó un lote de plantas de esta especie de 4 meses de edad establecidas en macetas de plástico de 2.5” utilizando una mezcla de sustrato establecida por Villavicencio *et al.,* (2013) previamente esterilizada a una temperatura de 120°C y 1.5 libras de presión. Esta mezcla de sustrato presentó un pH de 6.5 y conductividad eléctrica (C.E.) de 4.2 mS/cm.

Durante el periodo de P-V del 2016, se realizó mediante un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial, la evaluación del factor A referente a cuatro concentraciones nutritivas de NPK (100, 200, 400 y 800 ppm) y como factor B el balance de elementos de NPK (100-50-50, 100-50-100 y 50-50-100) considerando como fuente de nitrógeno Urea (46-00-00), fosfato monoamónico (12-61-00) y KNO_3 (12-00-46). Se establecieron 12 tratamientos de fertilización que fueron aplicados en el riego. Estos tratamientos fueron comparados con dos fertilizantes comerciales (Triple 20 y Triple 17) usados por los productores, considerados como testigos comerciales. En total se evaluaron 14 tratamientos más un tratamiento sin fertilizar considerando 5 plantas como unidades experimentales y 5 repeticiones por tratamiento. Todos los tratamientos se aplicaron cada quince días haciendo la medición de las variables mensualmente durante cinco meses. Las variables de respuesta fueron altura de la planta (A) en centímetros, considerando desde la base de la planta hasta la parte apical del tallo. El diámetro polar (*DP*) y diámetro ecuatorial (*DE*) de la planta, medidos en milímetros con un vernier digital posteriormente, la medición se transformó a centímetros para su análisis.

Las variables evaluadas fueron analizadas estadísticamente mediante el Sistema de Análisis Estadístico SAS, (Versión 9.1). llevando a cabo un análisis de varianza (ANOVA) y a una prueba de rango múltiple Tukey ($P \leq 0.05$) (SAS, 2006). Condiciones de incubación. El material experimental se estableció en un invernadero considerando una temperatura de 25 ± 2°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto entre concentraciones

Diámetro ecuatorial (DE) y Diámetro polar (DP). Entre las concentraciones evaluadas existieron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$), desde los 60 días de evaluación, siendo la concentración de 100 ppm y 800 ppm de NPK las que superaron al final de la evaluación al resto de las concentraciones evaluadas, registrando un diámetro de 3.70 cm. Con dichas concentraciones las plantas registraron una diferencia con al respeto a testigo sin fertilizante (T0) del 53% (Figura 1a).

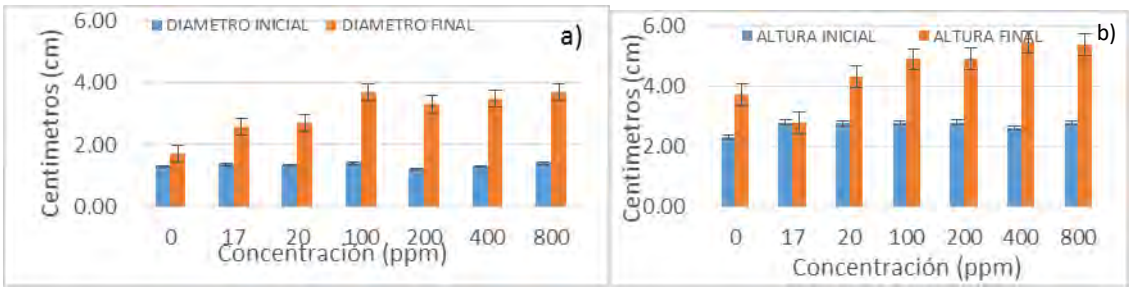


Figura 1. Efecto de la concentración de NPK en el fertirriego de la biznaga bonete de obispo (*Astrophytum myriostigma* Lem.) sobre el diámetro (a) y la altura (b) en invernadero.

Altura (A). En esta variable existieron diferencias altamente significativas (P ≤ 0.05), siendo las concentraciones de 400 ppm y 800 ppm de NPK las que superaron en altura al resto de las concentraciones evaluadas, registrando al final de la evaluación una altura de 5.45 cm existiendo una diferencia del 31% con respeto al testigo sin fertilizante (T0). Las concentraciones de 100 ppm y 200 ppm de NPK junto con el testigo comercial Triple 20 fueron iguales estadísticamente (P ≤0.05), registrando una altura no mayor a 4.89 cm con una diferencia del 24 % con respeto a testigo sin fertilizante (Figura 1b).

Efecto entre balance nutrimental

Diámetro ecuatorial (*DE*) y Diámetro polar (*DP*). Entre balances nutrimentales existieron diferencias altamente significativas (P ≤ 0.05) desde los 90 días de evaluación, siendo los balances 100-50-50 y 100-50-100 de NKP los que registraron un diámetro *DE* y *DP* promedio de 3.62 cm aumentando 2.7 veces su diámetro inicial, superando al resto de los balances nutrimentales evaluados existiendo una diferencia del 52 % con respecto al testigo sin fertilizante (Figura 2a). Al final de la evaluación el balance nutrimental del testigo comercial Triple 20 junto con el balance nutrimental 50-50-100 de NPK fueron iguales estadísticamente registrando un diámetro de 3.42 cm existiendo una diferencia con respeto al testigo sin fertilizante del 50%.

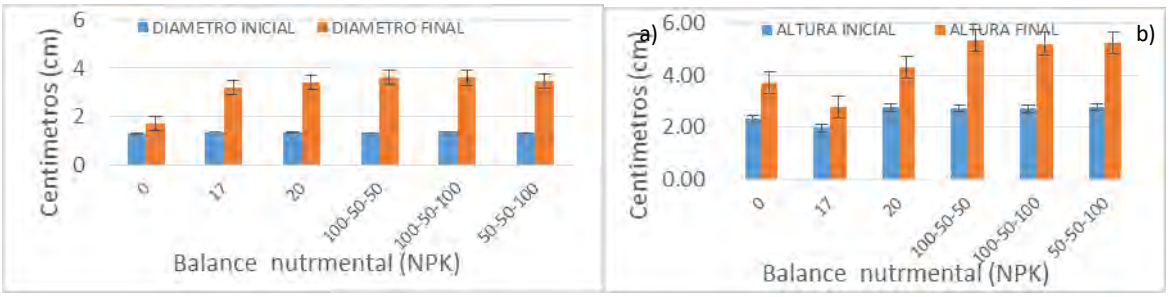


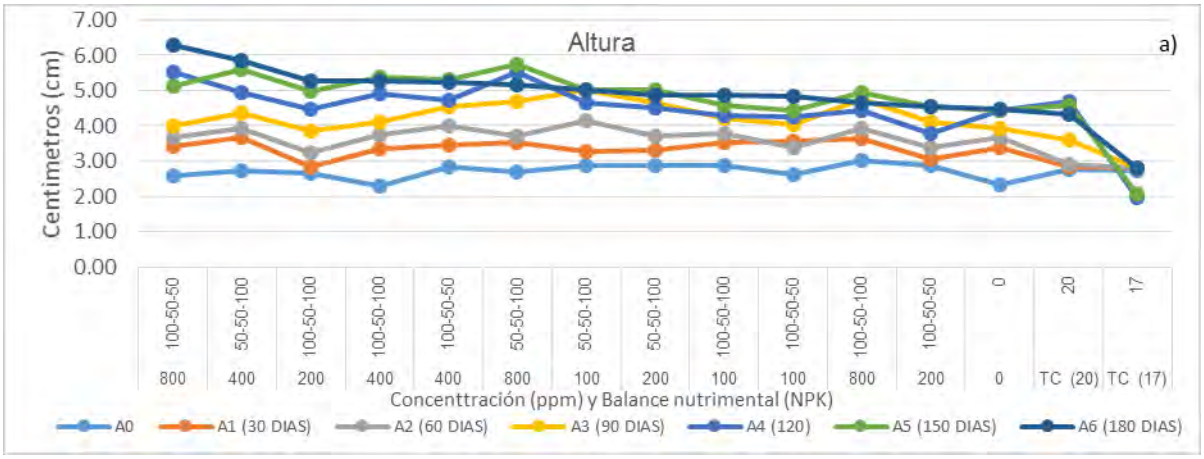
Figura 2. Efecto del balance nutrimental en el fertirriego de la biznaga bonete de obispo (*Astrophytum myriostigma* Lem.) sobre el diámetro (a) y la altura (b) en invernadero.

Altura (A). Con esta variable existieron diferencias altamente significativas (P ≤ 0.05), entre balances nutrimentales a partir de los 90 días de evaluación, siendo el balance de 100-50-50 de NPK el que superó al resto de los balances evaluados, hasta el final de la evaluación, registrando una altura de 5.35 cm aumentando 1.4 veces su tamaño inicial, existiendo una diferencia con respeto al testigo sin fertilizante del 30% en su tamaño. Los balances nutrimentales 100-50-100 y 50-50-100 fueron iguales estadísticamente obteniendo una altura de 5.24 cm con una diferencia con respeto a testigo sin fertilizante del 29%.

Los testigos comerciales Triple 17 y Triple 20 tuvieron un comportamiento menor, siendo el testigo comercial Triple 20 del que se obtuvo mejor respuesta, registrando al final de la

evaluación una altura de 4.32 cm con una diferencia con respeto al testigo sin fertilizante del 13% (Figura 2b).

Efecto entre Tratamientos. Al realizar una prueba de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) considerando la interacción de la concentración de NPK y el balance nutrimental se encontró que el tratamiento que promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas de biznaga bonete de obispo (*Astrophytum myriostigma* Lem.) es el tratamiento con la concentración de 800 ppm con un balance nutrimental de 100-50-50 de NPK donde se obtienen plantas con mayor altura (A= 6.29 cm) superando al resto de los tratamientos evaluados, a pesar de que en sus registros de diámetro (D=3.79 cm) fueron superados por dos tratamientos (concentración de 400 ppm de NPK con el balance nutrimental 100-50-100 y concentración de 100 ppm con el balance nutrimental 100-50-100) donde el diámetro de las plantas fue relativamente mayor (D= 3.85 cm) pero estas plantas no alcanzaron su tamaño comercial porque registraron una altura menor de 5.27 cm y 4.87 cm, respectivamente (Figuras 3a y 3b).



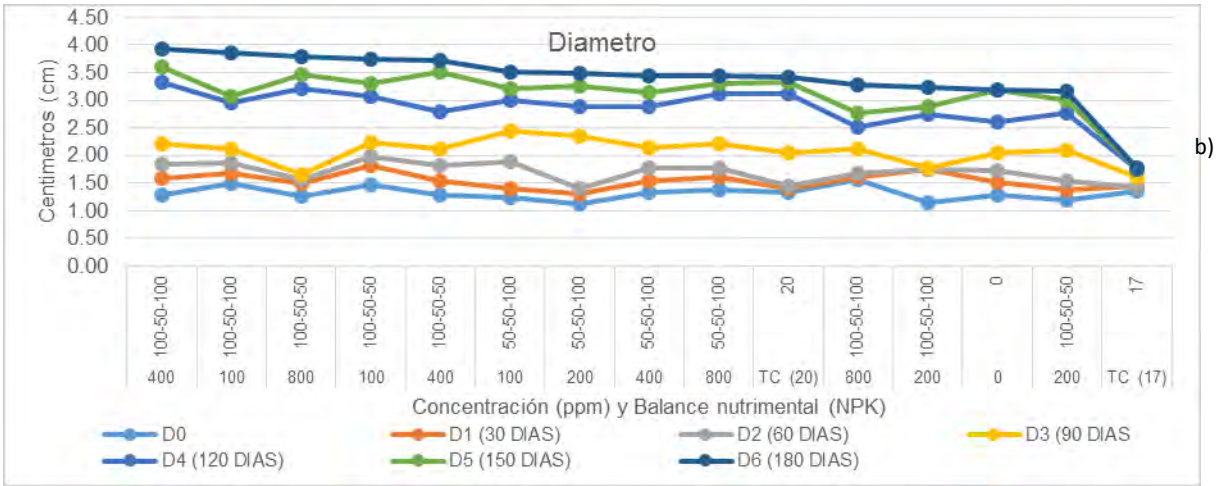


Figura 4. Efecto de la concentración de NPK y balance nutrimental en el fertirriego de la biznaga bonete de obispo (*Astrophytum myriostigma* Lem.) sobre la altura (a) y el diámetro (b) en invernadero.

Las plantas del tratamiento de 800 ppm con un balance nutrimental de 100-50-50 de NPK, aumentaron en 2.8 veces su tamaño inicial, superando en seis meses al testigo sin fertilizante en 30% en altura y el 16% en diámetro. Por su conformación, estas plantas tienen un tamaño comercial y ya pueden comercializase en maceta de 2.5 pulgadas (6.5 cm de ancho y 5.6 cm de altura) disminuyendo su ciclo de producción en invernadero. Al aumentar al doble la concentración de N en la solución nutritiva en el riego se incrementó la altura y diámetro del tallo de las plantas de esta especie ornamental. Esta misma respuesta se obtuvo con *Echinocactus grusonii* (Tanaka *et al*., 1983) y en nopal (Lara, 1990 y Serrano, 1996) donde no sólo la longitud y ancho del cladodio aumentó sino también el número de brotes/planta. Estos resultados muestran que la nutrición es uno de los factores más importantes, donde no existe una solución estándar para todos los cultivares, por lo que es necesario determinar las necesidades de cada cultivar para promover una productividad rentable y buena calidad de producto como lo refieren Rueda-Luna *et al.*, (2016); Rodríguez, (2010); Spurway y Thomas, (2001). Una forma de estudiar los efectos de las deficiencias de los elementos esenciales en este tipo de plantas es usando soluciones nutritivas para seleccionar la concentración y balance nutrimental que influye en el tamaño de la planta. Los testigos comerciales (Triple 20 y Triple 17) registraron un diámetro menor a 3.42 cm y altura de 4.32 cm obteniendo plantas pequeñas que requieren de al menos de otros seis meses en invernadero para alcanzar su tamaño comercial, esto implica la inversión de tiempo y aumento en el costo de producción, por lo que los productores tienen que considerar otras opciones de fertilización para promover el crecimiento de este tipo de plantas.

CONCLUSIONES

Se logró una innovación tecnológica para fertilización de cactáceas de ornato para la producción de planta comercial en invernadero. La tecnología de fertirriego es necesaria para los productores de este tipo de plantas de ornato con registro de UMA(s) del DDR en Coahuila quienes pueden mejorar su proceso de producción de planta. También para otros productores de plantas de ornato de los mpios. de Cuernavaca y Cuautla en Morelos, Atlixco en Puebla y Ajicic en Jalisco, junto con los productores de la Confederación Nacional de Plantas de Ornato (CONAPLOR) pueden usar y aplicar la tecnología para mejorar su sistema de producción acortando el ciclo de producción, ofreciendo al mercado productos con la calidad que demanda el mercado.

AGRADECIMIENTOS

A la Convocatoria de Proyectos Fiscales de INIFAP por el apoyo al proyecto con registro SIGI: 1961334260 titulado: ―Desarrollo tecnológico para la producción de planta comercial de cactáceas ornamentales en invernadero".

BIBLIOGRAFIA

Asociación Yucateca de Cactáceas y Suculentas (ASYCS). 2010. Manual básico para el cultivo de cactáceas y suculentas Asociación Yucateca de Cactáceas y Suculentas. Mérida, Yucatán, México 10 p.

Arredondo G., A. 2009. Estándares de calidad requeridos en la producción de cactáceas ornamentales. Folleto para Productores No 47. Campo Experimental San Luis Potosí. CIRNE-INIFAP. Soledad de Graciano, San Luis Potosí, 24 p.

Arredondo A., M. A. 2016. Efecto de la fertilización foliar en el desarrollo de las plantas de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Saltillo. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 56 p.

Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez M. 1991. Las cactáceas de México, Vol. II. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México. Ed. UNAM. México, D. F. 404 p.

Gámez M., O.; E. E. Villavicencio G.; M. A. Serrato C.; J. M. Mejía M.; G. Treviño C.; L. Martínez G.; M. Rodríguez O.; L. Granada C.; M. Flores C.; J. Reyes S.; M. Islas L.; E. Salome C.; R. A. Menchaca G.; C. M. Espadas M.; L. Hernández S.; L. M. Vázquez C. G.; F. Martínez M.; O. Vargas P. y E. Ríos S. 2016. Conservación y aprovechamiento sostenible de especies ornamentales nativas de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Universidad Autónoma Chapingo. 152 p.

Granada C., L. 2014. La importancia del sector ornamental como un potencial de alto contenido de participación social. Primer Simposio Nacional Plantas ornamentales nativas mexicanas con potencial comercial. SNICS-SINAREFI. Tezoyuca. Morelos México. 10 p.

Guzmán, U.; S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. UNAM. CONABIO. ISBN 970-9000-20-9. México, D. F. 315 p.

Flores P., S. 2009. Soluciones Nutritivas en la Producción de Injertos en Cactáceas. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgrados. Montecillo, Texcoco, Edo. México. 188 p.

Hartmann, R. 1982. Tips for heating greenhouses for growing cacti. Kakteen Und Andere Sukkulenten. 33(10): 202-203.

Lara S., R. 1990. Dinámica nutrimental del nopal tunero (*Opuntia amyclaea* Tenore) a la aplicación de NPK en los cladodios. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, México. 68 p.

Maiti R., K.; H. Perdomo-V. and V. P. Singh. 2003. Comparative morphology of six species of mother plants of *Astrophytum* grown in a greenhouse. Crop Research 25:530–538.

Martínez M., F. 2015. Importación de Material Vegetativo para Cultivos Ornamentales en México. Consejo Mexicano de la Flor. SNICS-SINAREFI. Texcoco Edo. México. (Inédito). 12 p.

Neitzke R., S. T. Jaksch F. Kohlrausch and R. Röber, R. 2013. Response of various cultivars of ornamental peppers to different fertilization regimes. Acta Horticulturae. 1000:313-318.

Nobel P., S. 1983. Nutrient levels in cacto-relation to nocturnal acid acumulation and growth. American Journal of Botany 70:1244-1253.

Orrico Z., G. 2013. Respuesta de la Pitahaya Amarilla (*Cereus triangularis* L.) a la aplicación complementaria de dos fertilizantes en tres dosis. Puerto Quito, Pichincha. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. 88 p.

Rueda-Luna R.; J. Reyes-M.; M. del C. Flores-Yáñez; M. Romero-Hernández y J. V. Tamariz-Flores. 2016. Efecto de la relación N/K en el rendimiento y calidad de Gerbera para flor de corte. Interciencia. Vol. 41 (4):260-265.

Rodríguez L., J. I. 2010. Evaluación de soluciones nutritivas en la aclimatización de vitroplantas de *Mammillaria carmenae* y *Mammillaria plumosa*. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México 70 p.

SAS Institute Inc. 2006. SAS/IML User's Guide. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary NC. 856 p.

Serrano P., B. 1996. Respuesta de la pitahaya (*Stenocereus griseus* Haworth) a diferentes dosis de fertilización con N, P y K. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco Estado de México, México 59 p.

SIAP-SAGARPA. 2013. http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/ consultado el 27 de julio de 2017.

Spurway M., I. and M. Thomas B. 2001. Nutrition of container-grown christmas cacti. Journal of Plant Nutrition 24(4-5):767-778.

Tanaka, T.; Rikitoku M. and Gomi, K. 1983. The effects of N, P, and K on growth and chemical composition of cactus (*Echinocactus grussonii* Hildm.). Horticultural Abstracts 53:855.

Tropicos 2016. Trópicos: *Astrophytum myriostigma* Lem http://www.tropicos.org/Name/33700793 (Consulta: 14 julio 2017).

Villavicencio G., E. E.; A. Arredondo G.; M. A. Carranza P.; O. Mares A.; S. Comparan S.; A. González C. 2010. Cactáceas ornamentales del Desierto Chihuahuense que se distribuyen en Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León, México. Libro técnico No. 2 ISBN: 978-607-425-473-0. Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP. Saltillo, Coahuila, México. 345 p.

Villavicencio G., E. E.; M. A. Carranza P.; J. Valdés R. y A. González C. 2013. Protocolo de Mantenimiento de la Colección de Cactáceas del SINAREFI. MACRO-RED: Ornamentales, RED: Cactáceas. SNICS-SINAREFI. Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP. SAGARPA-SNICS, Naucalpan, Estado de México, México 15 p.

Villavicencio G., E. E., 2015. Plan estratégico de la Red Cactáceas conforme al segundo Plan de Acción Mundial. Campo Experimental Saltillo CIRNE-INIFAP. Saltillo Coahuila, México. 13 p. (Inédito).

AVANCES DEL ESTUDIO PALINOLÓGICO EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL DE *Apis mellifera* L, DE DOS LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE DURANGO, DGO.

Israel Martínez- Olivas*, María P. González- Castillo, Salvador Acosta- Castellanos*****

*Alumno de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales. **Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo Integral Regional, Unidad Durango (CIIDIR-IPN, Unidad Durango) Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. C.P. 34220. ***Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN). *Becarios de la COFAA-IPN.
isrra.rast@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad que ha jugado un papel fundamental dentro de la ganadería en México, tanto por la generación de importantes volúmenes de empleo, como actividad ganadera es una de las tres primeras fuentes generadoras de divisas del sector ganadero (Soto, *et al.* 2017). De acuerdo a (SAGARPA, 2015) se dedican a la apicultura cerca de 45 mil apicultores, distribuidos en todos los estados del País, quienes trabajan con 1.9 millones de colmenas. México es el sexto productor mundial de miel y el tercer exportador a escala global, por lo que es importante conocer y aprovechar las plantas que favorecen la apicultura, para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales (SIAP, 2017). El estado de Durango cuenta alrededor de 190 apicultores y 19000 colmenas (SAGARPA, 2017); aporta cierto porcentaje de miel a nivel nacional; los municipios de Durango, Canatlán y Nombre de Dios los que concentran aproximadamente el 60%, de la producción estatal, de la cual se exportan 475 t anuales (INEGI, 2017).

El análisis palinológico de la miel permite determinar su origen botánico y geográfico, con el fin de controlar su calidad, además de reconocer la flora nectarífera y polinífera de una zona. Son pocos los trabajos realizados sobre mieles en todo el mundo, las zonas más conocidas son las de Europa Central, donde hay países en que han sido descritos prácticamente todos los tipos de mieles de las regiones en donde se desarrolla la apicultura (Piedras y Quiroz, 2007). En México, algunos autores han estudiado la morfología del polen de diversas familias de plantas, especialmente en la región central del país (Arreguín *et al*.,1990; Palacios *et al.,*1996; Quiroz *et al*., 2002; Campos y Alfaro, 2003; Quiroz y Arreguín, 2004; Torres *et al*., 2010).

En Durango se conocen pocos trabajos de flora apícola, un estudio realizado en tres muestras de miel de la temporada de primavera de tres localidades del municipio en 2015, descubrió 22 tipos polínicos pertenecientes a 15 familias. Es uno de los estudios más reconocidos en Durango que incluye análisis cuantitativo y cualitativos de tipo melisopalinológico que es donde parte el presente estudio y se utiliza para determinar las características, tipos y calidad de la

miel (González-Castillo *et al.,* 2017). Por ello, el objetivo del presente estudio es realizar la caracterización botánica a través del análisis polínico de la miel de *Apis mellifera,* en dos muestras de miel del municipio y poder proporcionar una guía útil a la apicultura de Durango en beneficio de los apicultores.

MATERIALES Y METODOS

Las colectas de miel se realizáron en el municipio de Durango, Dgo. Ubicado entre los municipios de Poanas, Pueblo Nuevo, Guadalupe Victoria, San Dimas, El Mezquital, Pánuco de Coronado, Canatlán y Nombre de Dios, entre las coordenadas 23°58´11.352" Norte y 104°50´34.764" Oeste, a una altitud media de 1966 msnm (INEGI, 2016). Las áreas de colecta pertenecen a dos apiarios de la región semiseca con una temperatura media anual de 23°C, lluvias de julio a septiembre y un rango de precipitación de 500 a 600 mm anual según (García 1990); una pertenece a la localidad del Nayar y la otra en la localidad denominada Registrillo, ambas en la región Noroeste del municipio de Durango. De acuerdo a (INEGI, 2015), los principales tipos de vegetación que predominan son; matorral xerófilo crasicaule, agricultura de temporal, matorral secundario tipo mezquital, pastizales naturales y vegetación primaria y secundaria arbórea (Figura 1).

Figura 1. Área de estudio; localización de los apiarios del Nayar y Registrillo, donde se colectaron las muestras de miel.

De cada apiario se pretende realizar una colecta de primavera y una de otoño de 2018, cabe hacer mención que a la fecha se han colectado las muestras de miel de la temporada de primavera.

La técnica para el análisis palinológico consiste en: pesar 10 g. de miel en una balanza granataria, diluir en 20 ml de agua destilada acidulada caliente, agregar una pastilla de esporas marcadoras de *Lycopodium clavatum L*., a cada una de las muestras. Los granos de polen contenidos en la miel se concentraron por centrifugación, luego se procedió a realizar la técnica de acetólisis propuesta por Erdtman (1960); los resultados fueron determinados como miel monofloral o multifloral de manera cualitativa según los parámetros de Louveaux, *et al.* (1978). Posteriormente se elaboraron 10 laminillas permanentes con gelatina glicerinada, cinco de cada muestra. Esta técnica se llevó a cabo en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN).

Análisis melisopalinológico, en este caso, se identificaron los granos de polen de las dos muestras de miel de primavera. La determinación de los granos de polen se obtuvo lo más exacto posible a especie, género y familia con la ayuda de literatura especializada en melisopalinología de la colección de referencia de polen y con apoyo del especialista palinólogo del ENCB-IPN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cabe hacer mención que se presentan los avances de resultados de las dos muestras de miel de primavera. De la muestra de la localidad del Nayar se encontraron 6 tipos polínicos pertenecientes a 4 familias y de la de Registrillo se observaron 5 tipos polínicos pertenecientes a 5 familias (Tabla 1.)

Tabla 2.Tipos polínicos presentes en las muestras de miel de la temporada de primavera de 2018.

Muestras de miel de localidades	Familia	Tipos polínicos
El Nayar	Asteraceae	*Dyssodia papposa* (Vent.)
		Taraxacum campylodes (G. E. Haglund)
	Fabaceae	*Melilotus* sp.
		Mimosa caesalpiniifolia (Benth.)
	Resedaceae	*Reseda luteola* L.
	Myrtaceae	*Eucalyptus* sp.
Registrillo	Rhamnaceae	*Karwinskia* sp.
	Fabaceae	*Prosopis laevigata* (H. & B.)
	Resedaceae	*Reseda luteola* L.
	Lamiaceae	*Salvia* sp.
	Acanthaceae	*Tetramerium* sp.

Hasta el momento se han cuantificado el 80% de los tipos polínicos. De manera cualitativa, las especies dominantes en la miel de Nayar fueron: *Dyssodia papposa* Vent., y *Reseda luteola* L., que han mostrado un mayor porcentaje, por lo tanto, se estima como miel multifloral. Mientras que la miel de Registrillo se estima una representación superior al 45% de la familia Fabaceae, representada por la especie *Prosopis laevigata* H. & B. (mezquite), por lo que ésta se designa como miel monofloral.

La familia Fabaceae y Asteracea son consideradas una de las más importantes para México, se han encontrado mieles monoflorales de *Prosopis laevigata* en otros estados del País como en Zacatecas y el valle de Mexicali (Acosta *et al.,* 2011 y Gutiérrez *et al.,* 2017) al igual que mieles multiflorales que contienen la presencia de granos de polen de las familias antes mencionadas como lo son los estados de Guerrero, Tabasco, Mexicali y el valle de México (Ramírez *et al* 2016; Córdova *et al.* 2013; Gutiérrez *et al.* 2017 y Palacios *et al.* 1996).

El análisis cualitativo revelo baja representación de polen de *Tetramerium sp., Karwinskia* sp., *Taraxacum campylodes, Salvia* sp*, Eucalyptus* sp*. Mimosa caesalpiniifolia*. En el caso de *Eucalyptus* sp. se ha encontrado más representativo (15%) en distintas mieles de otras regiones del País, como Morelos, y Chihuahua (Quiroz y Arreguín, 2008; Campos *et al*., 2015). Para el caso de la presencia de granos de mimosa la mayoría de los casos son poco abundantes, solo en la miel de Cuernavaca el polen de *Mimosa* tiene una representación apenas superior del 10% (Quiroz y Arreguín, 2008).

Son muy escasos los estudios palinológicos que muestran mieles multiflorales o monoflorales, donde estas contengan polen de la familia Acanthaceae, por lo que es muy difícil llegar a identificarlos. Por lo general estos granos de polen representan una presencia menor a 3% como el caso de la región central de Sonora y en el valle de México (Palacios *et al.,* 1996; y Vargas *et al*., 2016).

CONCLUSIONES

Las diferencias observadas entre el recurso utilizado por las abejas en los meses previos a la cosecha y el contenido polínico en las muestras, evidencian la importancia de este tipo de estudios, que permite determinar el recurso consumido por las abejas que han demostrado ser diferentes, gracias a las condiciones ambientales en las que se encuentra cada localidad, donde estas han mostrado una miel con características monofloral y otra como multifloral en la temporada de primavera. Hasta el momento 10 tipos polínicos son las que aportan néctar y polen a las abejas. Se espera que los tipos polínicos aumenten al seguir cuantificando y determinando los granos de polen en las laminillas de primavera, lo mismo al revisar las muestras de miel de otoño.

AGRADECIMIENTO

Al COCYTED: Caracterización polínica de mieles procedentes de los valles de Durango y el Mezquital, Durango con clave: SIP-2018-RE/039; al proyecto SIP-IPN: 20161358 por su apoyo financiero para la realización de dichos proyectos

BIBLIOGRAFÍA

Acosta-Castellanos, S., Quiroz-García D.L., Arreguín-Sánchez M.L. y Fernández-Nava R. 2011. Análisis polínico de tres muestras de miel de Zacatecas, México. *Polibotánica*, (32), 179-191.

Arreguín-Sánchez, M.L., Palacios-Chávez, R., Quiroz-García, D.L. y Ramos-Zamora, D. 1990. Morfología de los granos de polen de la familia Polygalaceae del Valle de México. Acta Bot. Mex. 4: 21-27.

Campos-Ríos, M.G. y Alfaro-Bates, R.G. 2003. Contribución al conocimiento de la morfología de los granos de polen del género *Bourreria* P. Browne (Boraginaceae) de México. Polibotánica 16: 1-27

Campos-Trujillo, A., Aguirre-Prieto, A., Muños-Romero, G., Rodríguez-Villa, M.A. y Quintana-Martínez, Gustavo. 2013. Estudio palinológico de la flora urbana de la ciudad de Chihuahua México. Acta botánica Mexicana, núm. 113: 111-134

Córdova-Córdova, C. I., Ramírez-Arriaga, E., Martínez-Hernández, E. y Zaldívar-Cruz, J.M. 2013. Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalinológicas. *Universidad y ciencia*, *29*(2), 163-178.

Erdtman, G. 1960. The acetholysis method: an rvised description. Sven Bot Tidskr 54: 341-350.

García, E. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1990. 'Moda de precipitación anual' en Moda o valor más frecuente de precipitación. IV.4.8. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:8000000. Instituto de Geografía. UNAM. México

González-Castillo, M.P., Ramírez-Noya, D. Acosta-Castellanos, S., Rosales-Castro, M. y Alvarado-Aguilar, S.J. 2017. Caracterización Palinológica de miel colectada por *Apis mellifera* Linnaeus (*Hymenoptera: Apidae*) en tres localidades del Municipio de Durango, Durango, México. Biología e Historia Natural, 79-83.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México). 2015. Conjunto Nacional de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1:250,000, serie II, DGG-INEGI, México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México). 2016. Áreas geoestadísticas municipales, escala: 1:250000.Division Municipal DGG-INEGI, México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Durango 2017 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México.

Loveaux, J. Mauricio A. y Vorwhol G. 1978. Methods in melissopalynologi. Bee world 59: 139-157

Palacios-Chávez, R., Arreguín-Sánchez, Ma. D.L. y Quiroz-García, D.L. 1996. Morfología de las familias Acanthaceae, Vitaceae y Violaceae del Valle de México. Acta Bot. Mex. 34: 1-24.

Piedras-Gutiérrez, B. y Quiroz-García, D.L. 2007. Estudio melisopalinológico de dos mieles de la porción sur del valle de México (en línea). Polibotánica (23), 57-75.

Quiroz-García D.L., Palacios-Chávez, R. y Arreguín-Sánchez, M.L. 2002. Morfología de los granos de polen de la familia Boraginaceae de la estación de biología de Chamela, Jalisco, México. Acta Bot. Mex. 4: 37-53.

Quiroz-García, D.L. y Arreguín-Sánchez, M.L. 2004. Morfología de los granos de polen de la tribu Potentilleae (Rosaceae) del Valle de México. Polibotánica 18: 87-97.

Quiroz-García, D.L. y Arreguín-Sánchez, M.L. 2008. Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. En el estado de Morelos México. Polibotánica 26: 159-173.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2015. Apicultores mexicanos logran las mejores ventas de miel de los últimos 20 años: Gurría Treviño. (/Documents/default.aspx)/sala de prensa/Boletines.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2017. Manual de buenas prácticas de producción de miel. SAGARPA, México

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, producción de miel dentro de la Economía Social (en línea).

Consultado 09 Abr. 2018. Disponible en https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria

Soto-Muciño, L.E., Elizarraras-Baena, R. y Soto-Muciño, I. 2017. Situación apícola en México y perspectiva de la producción de miel en el Estado de Veracruz. Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial. 3(7): 40-64.

Vargas-Sánchez, R.D., Peñalba-Garmendia, M.C., Sánchez-Escalante, J.J., Torrescano-Urrutia, G. R. y Sánchez-Escalante, A. 2016. Pollen profile of *Propolis* produced on the eastern edge of the Sonoran Desert in central Sonora, Mexico. Acta Botánica Mexicana

Torres-Colín, L., Fuentes-Soriano, S. y Delgado-Salinas, A. 2010. Estudio palinológico del género *Macroptilium* (Benth.) Urb. (Leguminosae) en México y Centroamérica. Acta Bot. Mex. 91: 51-69.

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LA LLUVIA A PARTIR DE DATOS ASIMILADOS CON RELACIÓN A LA UBICACIÓN DE CAÑONES ANTIGRANIZO

Víctor Manuel Rodríguez Moreno[1], Gerardo Delgado Ramírez[2], Juan Estrada Ávalos[2].

[1]Centro de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental Pabellón (CIRNOC; INIFAP). Carretera Panamericana Aguascalientes-Zacatecas. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.
[2]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México.
rodriguez.victor@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El granizo es una forma de precipitación sólida, que se forma esencialmente en nubes de tormenta llamadas cumulonimbus, por acreción de agua congelada a temperaturas por debajo de los cero grados Celsius. Es un fenómeno meteorológico de alto impacto en los ecosistemas y un factor de riesgo significativo para los sistemas de producción agrícola.

En México, los eventos de granizo acontecen de forma regular principalmente en las estaciones de primavera y verano, lo que puede significar perdidas agrícolas por el daño físico que ocasiona los agregados de hielo sobre el follaje, flores y frutos de los cultivos. En la región aguacatera de Michoacán durante el 2010 se presentaron daños en más de 10 mil hectáreas, en las cuales se llegó a perder hasta el 100% de la producción (Tapia *et al*., 2012). En el año 2017 se afectaron 550 hectáreas en un solo evento de granizo en San Luís Potosí. Por su parte en Jalisco durante el 2015, el granizo causó afectaciones en más de 240 hectáreas también en un solo evento, en el cual se observaron daños importantes en cultivos de maíz, aguacate, zarzamora y mango.

Frente a las importantes pérdidas económicas que han experimentado los productores debido al granizo, ha tomado impulso en algunos estados del país el uso de cañones antigranizo como una posible solución a este tipo de daños. En los últimos años se ha desencadenado una serie de cuestionamientos y conflictos entre las comunidades debido a la creencia de que la operación de los cañones disminuye la ocurrencia de lluvia, lo que supone afectaciones por este supuesto en los estados de San Luis Potosí, Michoacán y Jalisco. Este malestar social se ha manifestado a través de protestas de grupos de productores los cuales demandan la regulación en el uso de los cañones, o incluso su prohibición.

El presente trabajo consistió en generar información confiable a través de la implementación de una rigurosa metodología geoestadística que permitió evaluar, a través del uso de base de datos climáticas generadas por diversos sensores remotos, la influencia de los cañones

antigranizo sobre la distribución espacial y temporal de las lluvias ocurridas en los últimos cuatro años en los estados de San Luis Potosí, Michoacán y Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó en zonas agrícolas de los estados de Jalisco, Michoacán y San Luís Potosí. Para esto, fue conformado una base de datos de 51 cañones antigranizo distribuidos en los tres estados: 14 en Jalisco, 22 en Michoacán y 15 en San Luis Potosí. En los dos últimos estados, los cañones muestran poca variación latitudinal y es el estado de San Luis Potosí donde existe una mayor dispersión espacial (Figura 1).

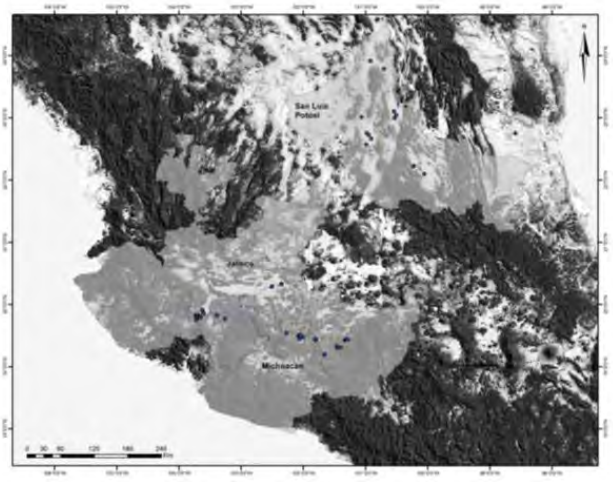


Figura 1. Área de estudio y localización de los cañones antigranizo.

Descripción de los conjuntos de datos: La serie histórica de datos de clima cubre un período de cuatro años, del 1 de enero de 2014 al 31 de diciembre de 2017. Con esta serie, se generaron dos bases de datos de lluvia:

La primera base de datos (BD-WRF) se generó con el modelo Weather Research Forecasting (WRF), a partir de datos de reflectividad (NCAR, 2018). El WRF resuelve ecuaciones comprensibles, ecuaciones eulerianas no hidrostáticas, coordenadas verticales del terreno, malla tipo Arakawa-C (Arakawa y Lamb, 1977), considera la rotación de la tierra y, realiza anidaciones de una y dos vías (Skamarock *et al*., 2018). Para este estudio se utilizó la ecuación de Marshall-Palmer para convertir la reflectividad de radar a lluvia estimada, considerando R como lluvia precipitada y Z el factor de reflectividad estimado (Baltas, 2007).

$$R = 0.036 * 10^{0.0625*dBZ} \qquad (1)$$

En la Figura 2 se presenta la imagen de salida del modelo WRF, esta es una superficie continua de todo el territorio nacional que cubre la plataforma continental, las plataformas oceánicas del

Pacífico y del Atlántico, el territorio insular y las zonas fronterizas norte y sur. Los datos que dan origen a esta imagen tienen formato de texto (CSV) que pueden ser manejados en un modelo racional de datos como SQL (Structured Query Language), lo cual constituye una ventaja desde la perspectiva de manejo a distancia e *in situ*. Cada archivo tiene un tamaño de ~58 Mb.

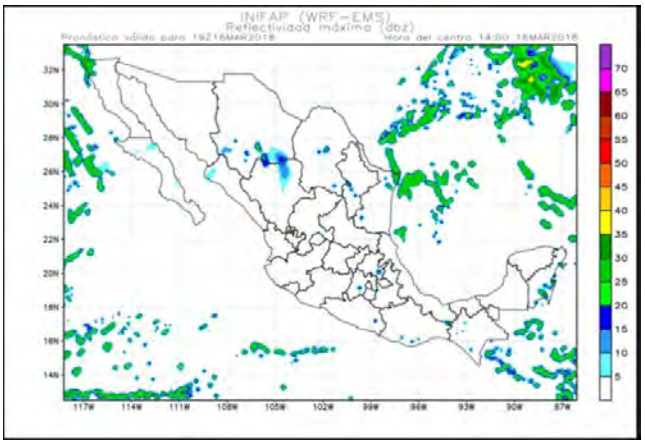


Figura 2. Imagen de máxima reflectividad de radar (dBZ) ajustada a los parámetros de corrida para México. http://clima.inifap.gob.mx/Inmysr/wrf (INIFAP, 2018).

La segunda base de datos (BD-GPM) se elaboró mediante imágenes de satélite Global Precipitation Measurement (GPM), estas se utilizan para medir las precipitaciones a nivel mundial (GPM, 2018). En este caso, se utilizó el producto GPM_3IMERGHH: ~~–~~GPM IMERG Final Precipitation L3 Half Hourly 0.1 grade x 0.1 grade V05" (Huffman G., 2017); IMERG – Integrated Multi-sateLLitE Retrievals for GPM. El formato del archivo es HDF5, y el tamaño de archivo es de 2.8 Mb, con resolución espacial de ~10 km y resolución temporal de 30 minutos (Figura 3).

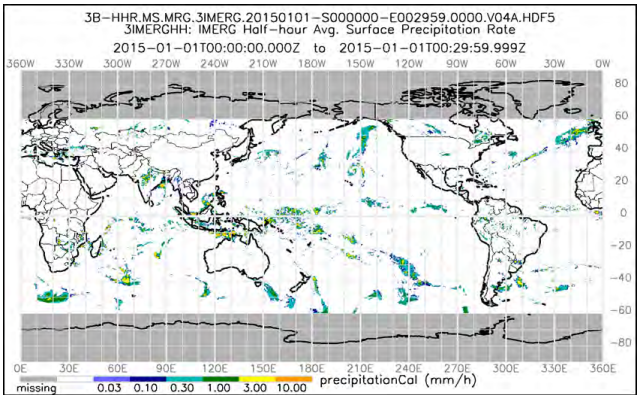


Figura 3. Imagen de lluvia acumulada (mm.hr^{-1}) según el producto 3IMERGHH.

Manejo de datos: Para hacer eficiente el almacenamiento de la base de datos, así como su manejo fue necesario implementar dos algoritmos en Python 3.6.2: el algoritmo

–Algh_depura.py" de la base de datos global aplica un procedimiento de lectura temporal que genera archivos de lluvia en formato de texto (CSV) de cada imagen descargada en línea (a cada 30 minutos); y el algoritmo –Algh_corte.py" extrae de la base de datos global los conjuntos que corresponden con el número de centroides que dan cobertura al área de estudio.

La matriz de centroides es de 3,480 en número para BD-WRF y de 5,390 para BD-GPM, respectivamente; la diferencia es por la resolución espacial (13 y 10 km, respectivamente).

Superficie de respuesta: Es un continuo de valores que puede variar en un número infinito de puntos. Cualquiera de estos valores puede ser representado en el eje Z de un sistema coordenado tridimensional. En total se generaron 7´148,160 superficies de respuesta. La BD-GPM ocupó recursos de almacenamiento en disco duro de 288 Mb, mientras que BD-WRF requirió 454 Mb. El proceso de generación de continuos de datos demandó 17.7 Tb de espacio temporal en dispositivos físicos y virtuales. Para fines de análisis de datos, cabe mencionar que los continuos de datos son mutuamente excluyentes y son producto de sus valores originales interpolados.

Análisis de datos: Se utilizó SciPy interp2D, este módulo de Python aplica un modo de interpolación (cúbica, lineal o quintil), al par coordenado para generar un continuo de datos, y sobre un arreglo de pares coordenados extrae el Z valor correspondiente. El arreglo de par coordenado correspondió con los datos de latitud y longitud de los cañones antigranizo. Se aplicaron dos criterios de análisis sobre las superficies de respuesta: 1) se utilizaron los datos coordenados de la ubicación del cañón para interpolar de la superficie respuesta a esa posición; y 2) se utilizó una matriz de pixeles que reproduce el área de influencia de 3 km del cañón antigranizo. Para cada serie de datos se declararon tres formas de agrupación: histórico, anual y eventos. Para la rama –área de influencia" (3 km), se generaron los mismos conjuntos de datos teniendo como centro el par coordenado del cañón antigranizo.

Adicionalmente, se incluyeron en el análisis 51 sitios testigo que se ubicaron en la zona de estudio fuera de la frontera espacial del área de influencia; estos sitios se evaluaron del mismo modo que los identificados con cañón antigranizo.

Análisis estadístico: Para identificar eventos extremos de lluvia se implementó un esquema de análisis de datos basado en las diferencias absolutas de lluvia acumulada, entre los tiempos de registro de la serie de datos. Se compararon las lecturas sucesivas de tres datos y se aplicaron tres criterios para abanderar la secuencia como un evento de lluvia torrencial. Se declararon dos valores umbrales: 15 mm como umbral superior y 0.1 mm como umbral inferior. Con estos umbrales se filtró la serie de datos y se excluyeron todos aquellos valores donde no ocurrió lluvia.

Se realizó un análisis multivariado de la varianza de los datos (MANOVA). Para este análisis se analizaron las diferencias entre BD-GPM y BD-WRF, además de las variables categóricas, año, sitio (par coordenado de los cañones) se adicionaron, temporada del año (primavera, verano, otoño e invierno).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 4 se presenta de forma detallada el número de eventos de lluvia que cumplieron los criterios restrictivos antes mencionados. En la serie histórica fueron identificados un total de 75 eventos, en los que se asumen condiciones de tormenta asociada a las formaciones cumulonimbos. En Michoacán se identificaron 47, en Jalisco 13 y 15 en San Luis Potosí. De manera general en el mes de junio se detectó al mayor número de eventos (25), correspondiendo 15 a Michoacán, 6 a Jalisco y 4 a San Luis Potosí.

En ningún mes de la serie donde se detectaron eventos, estos fueron identificados por ambos conjuntos de datos (BD-WRF y BD-GPM); excepto en los datos donde no se registraron eventos. Con respecto al número de datos procesados, la serie de datos histórica incluyó 70,080 registros para cada sitio.

En las figuras (5-8) se observa cierta evidencia de que BD-WRF tiende a subestimar el valor de la lluvia con respecto a BD-GPM. También se detallan los resultados del análisis por área de influencia de los cañones antigranizo, corroborando la falta de afectación en los patrones de lluvia de acuerdo con el análisis efectuado. La parte derecha de dichas figuras son las diferencias calculadas entre años y por grupo de datos.

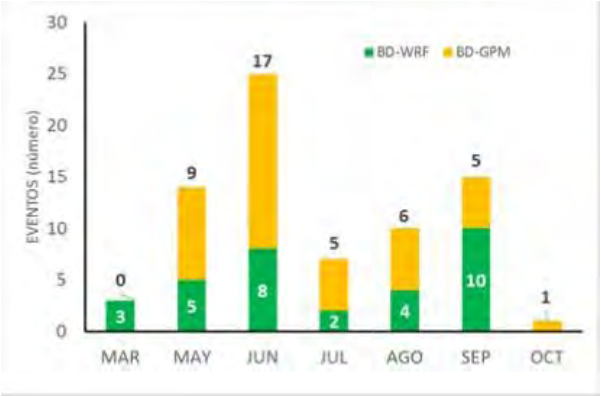


Figura 4. Eventos identificados en la serie histórica del 1 enero de 2014 al 31 diciembre de 2017.

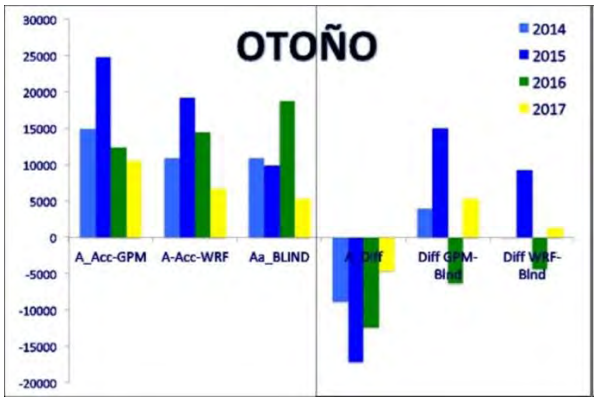


Figura 5. Gráfica comparativa por área de influencia de lluvia acumulada en otoño. A_Acc-GPM, es la serie de datos de BD-GPM; A-Acc-WRF, es la serie de datos asimilados BD-WRF; Aa_BLIND, es la serie de datos que corresponde a los sitios testigo.

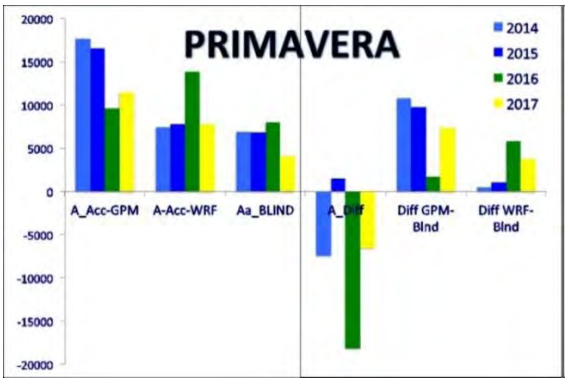


Figura 6. Gráfica comparativa por área de influencia de lluvia acumulada en primavera. En esta gráfica se observa que las diferencias son marcadas entre las series. En 2015 fue positiva, la lluvia acumulada en los sitios testigo fue muy parecida a la estimada por BD-WRF, lo cual sugiere la no disuasión de los eventos de lluvia.

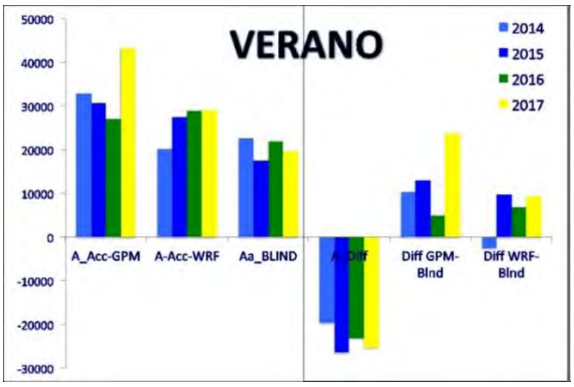


Figura 7. Gráfica comparativa por área de influencia de lluvia acumulada en verano. Esta es la temporada de mayor precipitación según las series de datos. Para la serie histórica, la diferencia entre BD-GPM y BD-WRF resultó negativa. Para Diff GPM-Blnd las diferencias fueron muy marcadas por año y la mayor observada fue en 2017.

En la Figura 8 se presenta la gráfica comparativa por área de influencia de la lluvia acumulada en invierno. Para esta temporada, las diferencias entre ambas series se redujeron considerablemente entre los sitios donde se ubican los cañones antigranizo y los sitios testigo, fueron marcadamente a favor de los sitios testigo. Sin embargo, habría que tomar a consideración que el volumen de lluvia acumulado está en los niveles más bajos.

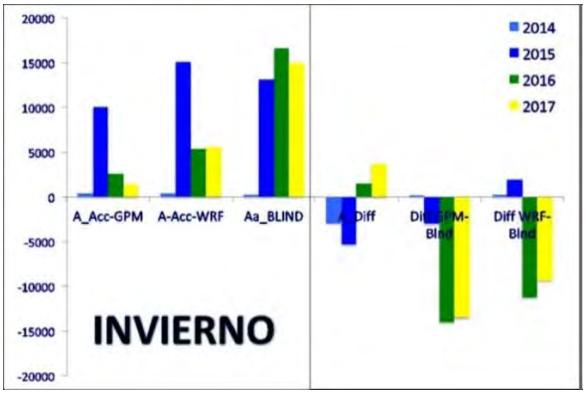


Figura 8. Gráfica comparativa por área de influencia de lluvia acumulada en invierno.

CONCLUSIONES

Conforme al proceso e interpretación de las bases de datos observados y derivados, se concluye que no se encontraron evidencias estadísticas que sustenten la influencia del uso de cañones antigranizo en los eventos de lluvia; tampoco se encontraron evidencias de influencia en los procesos de formación y acreción de granizo en las nubes cumulonimbus. Estos resultados fueron consistentes al analizar la precipitación total ocurrida en las áreas de influencia de los cañones antigranizo con aquellas áreas donde no tienen influencia.

BIBLIOGRAFÍA

Arakawa, A. y Lamb, V. R. (1977). Computational design of the basic dynamical processes of the UCLA general circulation model. En: Methods in Computational Physics: Advances in Re-search and Applications. Elsevier BV, pp. 173–265.

Baltas, E. 2007. The combined use of weather radar and geographic information system tech-niques for flood forecasting. Advances in Geosciences, 10:117.123.

GPM. 2018. Global Precipitation Measurement (GPM). NASA. https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model (Enero 2018).

Huffmang, G. 2017. GPM IMERG Final Precipitation L3 Half Hourly 0.1 grade x 0.1 grade V05, Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences data and Information Services (GES DISC). Accessed [10-Ene-2017] 10.5067/GPM/IMERG/3B-HH/05

INIFAP, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (2011) Disponible en: http://clima.inifap.gob.mx/Inmysr/wrf (Marzo 2018).

NCAR. 2018. National Center for Atmospheric Research. https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model (Enero 2018).

Skamarock, W., Klemp, J., Dudhia, J., Gill, D., Barker, D., Wang, W., Huang, X.-y., y Duda, M. 2008. A description of the advanced research wrf version 3. NCAR Technical Note.

Tapia-Vargas, Mario; Pedraza Santos, Martha E.; Larios-Guzmán, Antonio; Vidales-Fernández, Ig-nacio; Guillén-Andrade, Héctor; Barradas-Vázquez, V. L. (2012). Variabilidad espacial de la lluvia por efecto de un sistema antigranizo en la franja aguacatera de Michoacán. Revista Fitotecnia Mexicana, 35(5), 91–96.

USO DEL MODELO SEBAL E IMÁGENES DE SATELITE PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL EN MAÍZ FORRAJERO

Gerardo Delgado Ramírez[1], Miguel Rivera González[1], Hilario Macías Rodríguez[1], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1] y Enrique Miguel Valle[2].

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México.
[2]Técnico auxiliar de investigador del CENID RASPA, INIFAP.
delgado.gerardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

En la agricultura, la evapotranspiración (ET) es una de las variables elementales para promover un uso más eficiente del agua, por esto la necesidad de tener estimaciones precisas (Murillas y Londoño, 2014). La correcta estimación de la ET en áreas semiáridas es vital para la gestión hídrica de las mimas (Villagarcía *et al*., 2010).

En la actualidad, existen varias metodologías para determinar la ET de forma directa o indirecta, destacando métodos, como: lisímetro de pesada, técnicas de Eddy Correlation y relación Bowen, tanque evaporímetro, formulas empíricas como: Penman-Monteith, Hargreaves-Samani, etc. Pero estas metodologías proporcionan resultados de forma puntual y sobre todo asumiendo que espacialmente el cultivo se encuentra en las mismas condiciones, despreciando la variabilidad de suelo, tipo de sistema de riego, topografía o microrelieve de la parcela, manejo de cultivo, etc., variables que influyen en el consumo de agua de los cultivos.

La imagen de satélite es una herramienta muy útil para el cálculo de los parámetros que intervienen en el proceso de la ET. Además, presenta ventajas sobre los métodos mencionados anteriormente, debido que puede presentar valores de ET forma espacial y temporal. Una opción para estimar la ET por sensoria remota, es el modelo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm For Land). Este se basa en la ecuación de conservación de energía y utiliza información espacial de diferentes sensores que proporcionen imágenes donde se registre radiación visible, infrarroja cercana y termal, tal es el caso del satélite Landsat 8.0. Este satélite incorpora dos instrumentos de barrido: Operational Land Imager (OLI), y un sensor térmico infrarrojo llamado Thermal Infrared Sensor (TIRS), los cuales tienen capacidad de recoger 400 escenas al día, y son cargadas en el servidor del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) con el fin que se encuentren disponibles para su descarga 24 horas después de la adquisición.

El presente trabajo consistió en determinar la evapotranspiración real del cultivo maíz forrajero mediante el uso de imágenes de satélite Landsat 8.0 y el modelo SEBAL, aplicando dicha

metodología en una unidad básica de producción en el norte de México con la finalidad de contribuir en la optimización y gestión del recurso agua en el sector agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en una unidad de producción agropecuaria ubicada geográficamente a una latitud norte de 25º 37´56.9" y una longitud oeste de 103º 20´30.1" a una altura de 1118 msnm. El maíz forrajero se sembró el 26 de marzo y se cosecho el 29 de julio durante el ciclo primavera – verano 2017, cumpliendo 124 días de ciclo vegetativo. La densidad de siembra fue de aproximadamente 105 mil plantas por hectárea (estableciendo ocho plantas por metro y espaciamiento entre surcos de 76 cm).

A continuación, se describe el procedimiento operacional para estimar la evapotranspiración real del maíz forrajero:

1) Descarga de la imagen de satélite. Para desarrollar el algoritmo SEBAL, se utilizaron seis imágenes del satélite "Landsat 8" adquiridas por sensores OLI y TIR (Path = 30, Row = 42), estas fueron obtenidas desde la página web de la USGS (http://landsatlook.usgs.gov/.).

2) Obtención de datos meteorológicos. Los datos fueron descargados de la estación climatológica del Campo Experimental La Laguna perteneciente a la red de estaciones climatológicas del INIFAP, la cual se ubica cerca del área de estudio. Esta información fue indispensable para la calibración interna del algoritmo SEBAL.

3) Procesamiento y calibración de las imágenes. Al implementar el algoritmo SEBAL fue necesario convertir los niveles digitales (DN) de la imagen a parámetros físicos con el fin de obtener la radiancia espectral y la reflectancia, estos representan las bases físicas para el procesamiento de SEBAL y se realizaron mediante el software "QGIS", este es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre, que permite la visualización, edición y análisis de datos geográficos en un entorno amigable.

4) Estimación de la evapotranspiración (ET) mediante el modelo SEBAL. La estimación de la ET para cada píxel de la imagen fue mediante el balance de energía superficial (Allen ***et al***., 2002).

$$\lambda ET = R_n - G - H \qquad (1)$$

Donde λET es el flujo de calor latente (w.m^{-2}); R_n es el flujo de radiación neta en la superficie (w.m^{-2}); H es el flujo de calor sensible del aire (w.m^{-2}). Por ende, se calcularon cada uno de sus componentes, en donde la energía consumida por el proceso de ET se estima como el residuo de la ecuación (1).

a) *Albedo superficial.* Este parámetro fue calculado en primera instancia en la parte superior de la atmósfera (α_{toa}), a partir de la reflectancia de las bandas 2 a las 7 de la imagen de satélite ~~L~~andsat 8". Para aplicar el algoritmo SEBAL, fue necesario que los valores fueran referidos a la superficie de la tierra. Por lo tanto, se corrigió mediante la transmisividad atmosférica (TSW) que varía en función de la altura sobre el nivel medio del mar. Una vez obtenidos los valores para TSW y α_{toa} se calcula el albedo en la superficie.

b) *índices de vegetación*: $NDVI$, $SAVI$, y LAI. El índice de vegetación normalizado ($NDVI$) se calculó a partir de la información obtenida por las bandas del rojo y del infrarrojo cercano (Rouse *et al*., 1974). El $NDVI$ varía su valor entre -1 y 1, donde un valor de 0 indica un área de suelo desnudo, mientras que un valor cercano a 1, indica la concentración más alta de hojas verdes en un aérea determinada.

Para calcular el índice de vegetación ajustado al suelo ($SAVI$) la metodología incorpora una constante L, el valor propuesto en esta metodología fue de 0.5, este fue representativo a las características del suelo del área de estudio según la literatura. Este índice se utiliza con el fin de disminuir las alteraciones presentadas en los valores del $NDVI$ en zonas de escasa vegetación.

Para la determinación del índice del área foliar (LAI) se utilizó el valor de $SAVI$, el cual determinó la biomasa de cada píxel y fue utilizado para estimar la emisividad de la superficie. Este índice es una cantidad adimensional que caracteriza el dosel de las plantas, este es definido como el área de la hoja verde de un solo lado por unidad de área de superficie del suelo en el dosel de la hoja ancha (Velasco y Bernabé, 2004).

c) *Emisividad de la superficie*. El cálculo de la emisividad térmica superficial se determinó en función del índice del área foliar (LAI).

d) *Temperatura superficial* (Ts). A partir de la radiancia de las bandas térmicas, se realizó la conversión a temperatura de brillo mediante la función de Planck, donde las constantes térmicas $K1$ y $K2$ se encuentran en los metadatos. El cálculo de la temperatura superficial estuvo en función de la temperatura de brillo y la emisividad de la superficie obtenida anteriormente.

e) *Coeficiente de rugosidad de la superficie*. Este parámetro se estimó a partir del $NDVI$ y el albedo superficial usando la ecuación empírica modificada por (Allen *et al*., 2001).

f) *Radiación neta* (R_n). La radiación neta se determinó a partir de los parámetros albedo superficial, emisividad de la superficie y la temperatura superficial. Además, se estimaron las radiaciones de onda corta incidente y las radiaciones de onda larga incidente por la superficie.

g) *Flujo de calor del suelo* (G). Este parámetro representa parte de la energía que es almacenada en el suelo y la vegetación por el proceso de conducción, depende de la conductividad térmica del suelo y la temperatura vertical gradiente. Para determinar "G" se utilizó la relación empírica desarrollada por (Bastiaanssen, 2000), donde "G" puede expresarse como función de la radiación neta (R_n), la temperatura superficial y parámetros de la vegetación.

h) *Flujo de calor sensible* (H). Para el cálculo se realizó una serie de iteraciones con el fin de corregir las variables de la resistencia aerodinámica (r_{ah}), la diferencia entre temperaturas (d_T) y la densidad del aire (ρ) por los efectos de la inestabilidad atmosférica. La estimación de "H" se realizó a partir de una medida de la velocidad del viento en el área de estudio, para la misma hora de la captura de la imagen, con la cual se calculó la velocidad de fricción (u*) solo para la estación meteorológica. Como la temperatura del aire para cada pixel es desconocida, SEBAL calcula asumiendo una relación lineal entre (d_T) y (Ts). Para establecer esta regresión lineal se seleccionaron dos pixeles para cada imagen estudiada, uno completamente "seco-caliente" donde no hay "ET" y otro completamente "húmedo-frío" donde se espera un 100% de ET .

i) *Flujo de calor latente* (LE), *calor latente de vaporización* (λ), *ET instantánea* ($ET\ inst$) y *fracción de ET de referencia* ($ETrF$). El flujo de calor latente (LE) fue calculado como el residuo de la ecuación del balance de energía utilizando la ecuación de (Bastiaanssen, 1998). Luego se estimó el calor latente de vaporización (λ) que varía en función de la temperatura superficial. Obtenidos "LE" y "λ" se calculó la ET instantánea ($ET\ inst$) con la siguiente ecuación:

$$ET_{inst} = 3600\frac{\lambda ET}{\lambda} \qquad (2)$$

Por último, se calculó la fracción de ET de referencia ($ETrF$)), este parámetro es de importancia para el cálculo de la evapotranspiración diaria y mensual, y se calcula de la siguiente forma:

$$ET_rF = \frac{ET_{inst}}{ET_r} \qquad (3)$$

La $ETrF$ es un término equivalente al coeficiente del cultivo Kc, se utiliza para extrapolar el valor de la ET instantánea estimada en el momento de la toma de la imagen.

j) *Evapotranspiración Diaria* (ET_{24}). El cálculo se realizó suponiendo que la "$ETrF$" se mantiene constante durante todo el día, debido a que la humedad del suelo no varía de manera significativa durante un período de 24 horas (Shuttleworth *et al*., 1989; Brutsaert, 1992). La "ET_{24}" (mm.dia^{-1}) se calculó a partir de la "$ETrF$" mediante la siguiente ecuación:

$$ET_{24} = ETrF * ETr_{24} \quad (4)$$

Donde $ETrF$ es la fracción de ETr y ETr_{24}; es la evapotranspiración de referencia acumulada para el día de la imagen.

k) *Evapotranspiración acumulada o mensual*. Los valores de "ET_{24}" fueron representativos para la fecha específica de la imagen. Por lo tanto, fue necesario determinar los valores de la evapotranspiración acumulada (ET_{acum}) por medio del cálculo de los valores diarios de la evapotranspiración de referencia (ETr) para todo el período, utilizando el método de Penman-Monteith y los datos de la estación meteorológica. La "ET_{acum}" se calculó con la siguiente ecuación:

$$ET_{acum} = \sum (ET_{24}) \left(\frac{ETrF_{acum}}{ETr_{24}} \right) \quad (5)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta una comparación de la evapotranspiración instantánea ($ET\ inst$) calculada por el algoritmo SEBAL y la estimada por el método de Penman Monteith de la estación climatológica del Campo Experimental La Laguna, la cual se encuentra cerca del área de interés. La estimación de la evapotranspiración por el algoritmo SEBAL se realizó con cinco imágenes de satélite, las cuales cubrieron la mayor parte del ciclo vegetativo. Cabe mencionar que no fue posible procesar la imagen del 14 de julio por nubosidad. La comparación entre ambos métodos presentó un error relativo promedio de 13.0%, siendo la primera imagen la que presentó mayor error relativo, durante esa fecha el cultivo tenía 29 días después de la siembra (DDS), la cual estaba terminando la etapa inicial y empezando la etapa de desarrollo de cultivo.

Cuadro 1. Comparación de la evapotranspiración instantánea calculada por el algoritmo SEBAL y la estimada por una estación climatológica mediante la metodología Penman Monteith.

Fecha de imagen	DDS	$ET\ inst$ Penman Monteith ($mm.hr^{-1}$)	$ET\ inst$ SEBAL ($mm.hr^{-1}$)	Error Absoluto ($mm.hr^{-1}$)	Error Relativo (%)
25 abril 2017	29	0.56	0.16	0.40	71.7
11 mayo 2017	45	0.53	0.51	0.02	3.7
27 mayo 2017	61	0.43	0.44	-0.01	-2.2
12 junio 2017	77	0.58	0.60	-0.02	-3.8
28 junio 2017	93	0.56	0.58	-0.02	-4.3

DDS = Días después de siembra.

En el Cuadro 2 se presenta la comparación de la evapotranspiración real de cultivo diaria calculada por el algoritmo SEBAL y la determinada por el método de Penman Monteith empleando los coeficientes duales (K_{cb} + K_e) proporcionados en el manual 56 (FAO. 2006),

para este cálculo también se utilizaron los datos climáticos de la estación del Campo Experimental La Laguna. Al igual que la evapotranspiración instantánea se emplearon las mismas cinco imágenes obtenidas por el satélite ~~–L~~andsat 8" para realizar la estimación de la evapotranspiración real de cultivo diaria. Esta comparación presento un error relativo promedio de 7.4%. (García y Lleellish. 2011), reportaron un error relativo similar menor al 10% comparando las mismas metodologías para determinar la evapotranspiración en el Humedal Paraíso – Huacho, Perú.

Cuadro 2. Comparación de la evapotranspiración real de cultivo diaria (24 horas) estimada por el algoritmo SEBAL y la determinada por el método Penman Monteith y coeficientes duales.

Fecha de imagen	DDS	ETc $ETo*(K_{cb}+K_e)$ (mm.día^{-1})	ETc SEBAL (mm.día^{-1})	Error Absoluto (mm.día^{-1})	Error Relativo (%)
25 abril 2017	29	1.70	1.76	-0.06	-3.4
11 mayo 2017	45	6.30	6.01	0.29	4.6
27 mayo 2017	61	7.30	5.93	1.37	18.8
12 junio 2017	77	6.90	6.43	0.47	6.8
28 junio 2017	93	6.80	6.09	0.71	10.4

ETc = evapotranspiración real de cultivo; ETo = evapotranspiración de referencia.

En la Figura 1 se presentan los mapas de la evapotranspiración real de cultivo estimada a los 29, 45, 93 y 125 DDS. Existiendo variabilidad en los valores en cada imagen procesada. Esto se puede atribuir a factores, como: variabilidad de suelo (características físico-químicas), manejo del riego, presencia de plagas, deficiencia de nitrógeno, etc.

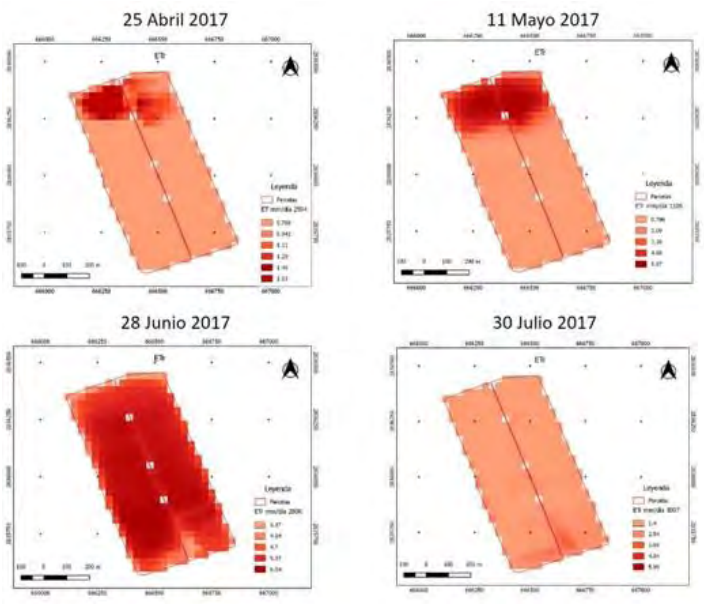


Figura 1. Mapas de evapotranspiración real de cultivo diaria de maíz forrajero durante los 29, 45, 93 y 125 días después de la siembra (DDS).

La estimación de la evapotranspiración acumulada durante el ciclo vegetativo del maíz forrajero de 124 días por el modelo SEBAL fue de 523.3 mm. De igual forma se realizaron corridas con los softwares "Cropwat 8.0" e "Irrinet", estos programas calculan el consumo de agua de los cultivos y a su vez generan una programación de riego para optimizar el uso de agua. Ambos programas de cómputo utilizan el método de Penman Monteith y coeficientes duales para estimar la evapotranspiración de cultivo. Estos softwares presentaron evapotranspiraciones acumuladas de 459.9 y 517.5 mm respectivamente. Comparando la evapotranspiración acumulada determinada por el algoritmo SEBAL versus la calculada por los softwares, este presentó un error relativo de -13.8% con respecto a "Cropwat 8.0" y -0.01% con "Irrinet". (Koloskov *et al*., 2007) reportó una diferencia del 3.5% comparando ambos métodos (SEBAL y Penman Monteith con coeficientes duales).

CONCLUSIONES

En base a los resultados presentados en este trabajo, se puede concluir que es viable la utilización del modelo SEBAL y las imágenes de satélite Landsat 8 para estimar la evapotranspiración real del maíz forrajero en sus diferentes conceptos (instantánea, diaria y acumulada).

Este algoritmo permitió la estimación del consumo de agua de maíz forrajero de 523.3 mm equivalentes a 5,233 $m^3.ha^{-1}$. Sin embargo, es necesario realizar pruebas adicionales que permitan seguir evaluando el modelo y mejorar su precisión en la estimación de la

evapotranspiración mediante la utilización de imágenes de satélite de mayor resolución espacial, espectral, radiométrica y temporal.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R., Morse, A., Tasumi, M., y W. Bastiaanssen. 2001. Landsat Thematic Mapper for Evapotranspiration via the SEBAL process for Water Rights Management and Hydrologic Water Balances. AGU Spring Meeting Abstrcts. p.p. 14 - 35.

Allen, R., Tasumi, M., Trezza, R. y W. Bastiaanssen. 2002. SEBAL, Surface Energy Balance Algorithms for Land. Advance Training and Users Manual. Idaho: a NASA EOSDIS/Synergy grant from the Raytheon Company University of Idaho.

Bastiaanssen, W. 1998. Remote sensing in water resources management: the state of the art. International Water Management Institute. p.p. 30 – 31.

Bastiaanssen, W., 2000. SEBAL- based Sensible and Latent Heat Fluxes in the Irrigated Gediz Basin, Turkey. Journal of Hydrology, 229(1), pp.87-100.

Brutsaert, W. 1992. Application of self-preservation in the diurnal evolution of the surface energy balance budget to determine daily evaporation. Journal of Geophysical Research.

FAO, 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Italia: Estudio FAO Riego y Drenaje. ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf. Fecha: 15 abril 2017.

García, E., y M.A. Lleellish. 2011. Estimación espacial de la evapotranspiración mediante imágenes de satélite Landsat y el modelo SEBAL en el humedal Paraíso – Huacho. Proyecto Libro Digital. Encuentro Científico Internacional. Revista ECIPERÚ. Lima, Perú.

Koloskov, G., Mukhamejanov, K., y T. W. Tanton. 2007. Monin-Obukhov length as a cornerstone of the SEBAL calculations of evapotranspiration. Journal of Hydrology, 335, p.p. 170 – 179.

Murillas, R., A., y E., A., Londoño, C. 2014. Estimación de la evapotranspiración en cultivos de arroz con sensores remotos. Tesis Licenciatura. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil y Geomática. Santiago de Calí. Colombia.

Rouse, J.W. 1974. Monitoring the Vernal Advancement and Retrogration of Natural Vegetation. Texas: Texas A & M University, Remote Sensing Center.

Shuttleworth, W., Gumer, R., Hsu, A., y J. Omsby. 1989. FIFE: the variation in energy portioning at surface flux sities, remote sensing and large scale global processes. International Association of Hydrological Sciences. p.p. 67 – 74.

Velasco, E., y Bernabé, R.M., 2004. Emisiones Biogenéticas. Primera Edición ed. Ciudad de México D.F., México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Instituto Nacional de Ecología.

Villagarcía, L., Were, A., García, M., y F. Domingo. 2010. Sensitivity of a clumped model of evapotranspiration to surface resistance parameterisations: Application in a semi-arid environment. Agricultural and Forest Meteorology. p.p. 1068 – 1078.

RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE ARBOLES Y ARBUSTOS DE IMPORTANCIA PARA LA ABEJA *Apis mellifera* L. EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, DGO.

Verónica Orozco González[1*], María P. González Castillo [2], David Ramírez Noya[2]

[1]Tesista en el área de entomología en el Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango (IPN CIIDIR U- DGO).
*Autor: Vronk1@hotmail.com. [1] Becaria de la COFAA-IPN.
[2] Investigadores del Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango (IPN CIIDIR U- DGO),

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad que actualmente se ha extendido en todo el mundo (Fegundez, *et al.,* 2016). Con una producción de miel de un millón 433.9 mil toneladas por año durante 2000 a 2012, con explotación de 75 millones de colmenas y una productividad promedio aproximada de 19.12 kilogramos de miel por colmena (FAO, 2014). El conocimiento de la riqueza y la distribución espacial y temporal de la vegetación de interés apícola de una región es indispensable para planificar el manejo de colmenas.

En México, la apicultura es de gran importancia socioeconómica y ecológica, pero existen muy pocos estudios sobre la biología de las plantas, ya que generalmente se asocia con producción de miel, polen, jalea real, propóleos; sin embargo, la apicultura es de gran interés para el medio ambiente, ya que gran cantidad de néctar se extrae de bosques y selvas, en el cual, las abejas tienen un papel fundamental en la protección de la biodiversidad al polinizar gran variedad de plantas, a pesar de que este aspecto no se valore suficientemente (SAGARPA, 2015).

Se ha calculado que nuestro país contiene 10% de la flora del mundo y se encuentra en el cuarto lugar entre los países o regiones con más de 18 000 especies de plantas vasculares (Magaña, *et al*., 2002); (SAGARPA, 2010), reporta que el 80% de plantas depende de un polinizador.

Es importante implementar investigaciones que den a conocer la importancia de la flora apícola, ya que el estado cuenta con una flora relativamente rica debido a su gran variedad de condiciones fisiográficas y climáticas. El objetivo de este trabajo es conocer la diversidad de las principales especies de árboles y arbustos de importancia apícola en el valle del Mezquital, Durango, lo que apoyaría a coadyuvar a una producción apícola sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se llevó a cabo en la parte sur del estado de Durango entre los km 75 y 95 de la carretera Durango-Mezquital y parte sur de la cabecera municipal (4 kilómetros aproximadamente). El área se localiza en el valle del mezquital con una superficie de gran meseta con valles, laderas tendidas con cañadas, bajada con lomerío. El clima predominante en el valle es el templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, semicálido subhúmedo con lluvias en verano. El intervalo de temperatura es de 8° a 26°C y el intervalo de precipitación de 400 a 1200 msnm. El tipo de suelo dominante son: leptosol, luvisol, regosol, cambisol, phaeozem, umbrisol, acrisol, calcisol y fluvisol. El valle del mezquital cuenta con varios tipos de vegetación: selva, pastizal y matorral (INEGI, 2010).

En la zona de estudio se tienen establecidos seis sitios de muestreo, de las cuales se ha aplicado tres, ubicadas en las siguientes coordenadas: Sitio 1: Puerta ―Jaripa", se localiza al sur de la cabecera municipal del mezquital a 4 km aproximadamente, entre las coordenadas 23°25'57.7" N y 100°24'19.3" W y altitud de 1354 msnm; Sitio 2, ―Aeropista", carretera Mezquital-Temoaya a 5 kilómetros de la cabecera municipal, ubicado entre las coordenadas; 23°30'09.0" N y104°24'43.6" W y altitud 1401msnm y Sitio 3 ―El Rancho", carretera rumbo a Mezquital, en el poblado Santa Gertrudis, entre las coordenadas: 23°33'09.4" N y104°22'37.5" W y altitud 1402msnm.

En cada sitio, se determinó la abundancia y diversidad de los árboles y arbustos, se aplicó la técnica de muestreo de cuadrantes centrados en un punto para estimar la frecuencia, densidad, frecuencia y área basal de las especies a partir de la distancia media de 4 individuos cercanos a un punto central, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura de los diferentes árboles y arbustos. Se calculó el índice de valor de importancia de las especies de árboles y arbustos mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa (Mueller-Dombois, 1974).

Se realizó la colecta de especímenes vegetales de acuerdo a las normas clásicas de herborización y para su identificación, se consultó a la colección científica del Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango (IPN CIIDIR U- DGO).

RESULTADOS Y DISCUSION

En total se encontraron 15 especies de las cuales corresponden a: 5 especies de la familia fabácea, 1 especie de la familia verbenácea, 2 especies de la familia de las cactáceas, 1

especie de la familia burserácea, 1 especie de la familia fouquieriáceae, 1 especie de la cannabácea, 1 especie de bignoniácea, 3 especies de la familia de las agaváceas. A continuación se describen las especies por sitio de muestreo:

Sitio 1, Puerta ~~J~~aripa", se identificaron 12 especies, en donde el mayor valor de importancia lo obtuvieron: *Lippia berlandieri* Schauer., *Fouqueria splendans* Engelm. y *Bursera fagaroides* Ballock (Cuadro 1), sin embargo, durante la temporada de primavera no se observaron abejas, esto podría deberse a que a pesar de los recursos que se disponen para las abejas durante las temporadas de primavera y verano, no se observaron abejas porque en primavera estas especies no florecen, por lo que hay que esperar toda temporada anual para observar la fenología de las plantas y ver si las abejas llegan a alimentarse de sus flores. Las abejas se encontraron en *Acaciella angustissima* (Mill.) Britton & Rose*, Prosopis laevigata (*Humb.) Et Bonpl. Ex Willd), *Acacia constricta* Benth *y Acacia angustifolia* (Jacq.) H. Wendland, las cuales pertenecen a la familia Fabaceae. Estudios relacionados en La Costa Chica de Guerrero y municipios aledaños de Oaxaca, identificaron que las principales familias botánicas con especies de importancia para la abeja *Apis mellifera* L., son principalmente las fabáceas de formas arbóreas y arbustivas, además de ser una de las principales fuentes de alimentación para las abejas, es también considerada una de las más importantes para México con 139 géneros y 1,850, especies, (Librado y Alanís, 2016).

Un estudio similar de la Comarca Lagunera demostró que dentro de la vegetación de interés apícola, se encuentra el mezquite (*P. laevigata*), una de las floras primarias presentes más importantes en la zona de estudio, aunque suelen presentarse otros tipos de vegetación combinada, como la gobernadora (*L. divaricata*), el huizache (*A. farnesiana*), que asociados con el mezquite (P. *laevigata*) forman combinaciones significativas para el desarrollo de la actividad apícola (Reyes, *et al*., 2014).

Cuadro 1. Árboles y arbustos de mayor valor de importancia (V.I.) en la zona de estudio.

Familia	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Verbenaceae	*Lippia berlandieri*	37.5	6.71	25	69.21
Fouquieriaceae	*Fouqueria splendans*	12.5	30.26	12.5	55.26
Cannabaceae	*Celtis laevigata*	6.25	34.12	8.33	48.70
Bignoniáceas	*Tecoma stans*	9.38	7.36	8.33	25.07
Fabaceae	*Prosopis laevigata*	6.25	4.82	8.33	19.40
	Acacia constricta	6.25	1.45	8.33	16.03

	Acacia angustifolia	3.13	2.90	4.17	10.20
	Acaciella angustissima	3.13	0.32	4.17	7.62
Cactaceae	*Opuntia* sp	6.25	2.60	8.33	17.19
Agaveceae	*Agave duranguensis*	3.13	7.75	4.17	15.04
	Agave vilmoriniana	3.13	1.17	4.17	8.46
Burseraceae	*Bursera fagaroides*	3.13	0.55	4.17	7.84

Sitio 2. ―Aeropista", se encontraron ocho especies vegetales, las de mayor valor de importancia fueron *A. angustissima*, *P.laevigata* y *Cercidium praecox* (Ruiz & Pav.), de la familia de las fabáceas (Cuadro 2). En un estudio similar (Insuasty, *et al.*, 2016), observaron una gran cantidad de familias, que ofrecen un amplio recurso para las abejas, siendo las fabáceas uno de los más altos en porcentaje, debido a la diversidad de las especies. Esta capacidad se ve reflejada en los altos valores de densidad, dominancia, frecuencia y diversidad registrados en este estudio.

Cuadro 2. Árboles y arbustos de mayor valor de importancia (V.I.) en la zona de estudio.

Familia	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
Fabaceae	*Acaciella angustissima*	30	54.85	25	109.85
	Prosopis laevigata	30	16.51	28.1	74.64
	Cercidium praecox	22.5	12.39	25	59.89
Cannabaceae	*Celtis laevigata*	2.5	14.05	3.13	19.68
Cactaceae	*Myrtillocactus geometrizans*	5	0.75	6.25	12.00
	Opuntia sp	2.5	0.56	3.13	6.18
Burseraceae	*Bursera fagaroides*	5	0.43	6.25	11.68
Verbenaceae	*Lippia berlandieri*	2.5	0.5	3.13	6.08

Sitio 3. ―El Rancho", las fabáceas al igual que en el segundo sitio, se presentaron en mayor valor de importancia (Cuadro 3). Estas especies encontradas son nativas de la región y predominan en número, y por lo tanto les ofrecen a las abejas un recurso apícola muy valioso, ya que son una de las familias mejores representadas en riqueza específica y de importancia apícola, (Fegundez, 2016).

En este sitio se encontraron pocas especies, que corresponde a una vegetación secundaria de tipo arbórea y arbustivo, debido a las diferentes formas en que se emplea el terreno y la cubierta vegetal, en donde ha intervenido el hombre para la explotación de algunas especies para diferentes usos.

Cuadro 3. Árboles y arbustos con alto valor de importancia para la abeja *Apis mellifera* L.

Familia	Especie	Densidad relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Valor de importancia
	Cercidium praecox	47.5	36.27	41.67	125.43
Fabaceae	*Prosopis laevigata*	32.5	37.08	29.17	98.75
Cannabaceae	*Celtis laevigata*	12.5	23.16	16.67	52.33
Burseraceae	*Bursera fagaroides*	5	0.67	8.33	14
Agavaceae	*Agave angustifolia*	2.5	2.82	4.17	9.49

Del total de especies encontradas, 11 fueron árboles y 4 se presentaron como arbustos.

CONCLUSIONES

A pesar de que solo se presenta los resultados de tres sitios, se concluye al momento que el mayor valor de importancia fueron las fabáceas de las especies arbóreas y arbustivas en el valle del mezquital, se pudo observar en campo que las abejas presentaron mayor abundancia en estas especies debido a sus flores de primavera. Existe una gran diversidad de especies en la zona, la mayor parte representada por la familia de las fabáceas, entre otras familias importantes como las verbenáceas, burseráceas, cannabáceas, bignoniáceas, agaváceas, cactáceas principalmente, todas ellas contribuyen al desarrollo de esta actividad, beneficiándose ambos; las especies para la polinización y las abejas para alimentarse, por lo que la región tiene un alto valor de importancia.

El conocimiento e identificación de las especies, época de floración y utilidad apícola, permite mejorar el manejo de la vegetación para un mejor aprovechamiento.

BIBLIOGRAFIA

FAO (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta).2014. Base de datos estadísticos. http://faostat.fao.org/default. aspx?lang=es. 04/03/2018

Fegundez, A.G; Reynoso D.; Aceñolaza G. 2016. Caracterización y fenología de especies de interés apícola en el departamento diamante (Entre Ríos Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Argentina 51 (2): 243-267.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Consultado el 06 de Mayo del 2018. Disponible en: http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=10#

Librado, C. G. y Alanís, G.L. 2016. Plantas nectaríferas y poliníferas en la Costa Chica de Guerrero y municipios aledaños de Oaxaca. Revista Tlamati Sabiduría. 7(2): 5-11

Magaña, R.P.; y Villaseñor Ríos, J.L. 2002. La flora de México ¿se podrá conocer completamente? Ciencias 66, abril-junio. México. Pág. 24-26

Mueller-Dombois D y Ellenberg H.1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York.

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. Claridades agropecuarias. México. 199(1): 3-34

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2015. Programa Nacional de Abeja Africanizada. Notiabeja.1 (15): 1-2

Reyes, C. J.L., José Luis Galarza, M.L., Muñoz-S.R. y Moreno R.A. 2014. Diagnóstico territorial y espacial de la apicultura en los sistemas agroecológicos de la Comarca Lagunera. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Regional Laguna. Volumen 5(2): pp215-228.

EVALUACIÓN DE DIETAS MERIDICAS PARA LA CRIA ARTIFICIAL DE *Hippodamia convergenes* EN LA COMARCA LAGUNERA

José Manuel Vázquez-Navarro[1*], Víctor Manuel Almaráz-Valle[2] y Bertha Alicia Cisneros-Flores[3]

[1]Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Dom. Con. Ej. Venecia. Mpio. de Gómez Palacio, Dgo., México. [2]Programa de Entomología. Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, Edo. de México, [3] Depto. de Parasitología, Univ. Aut. Agraria ~~A~~Antonio Narro", Unidad Laguna, Torreón, Coah., México.
*manuelvazna@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Los coccinélidos son insectos muy conocidos comúnmente bajo el nombre de ~~v~~aquitas", ~~m~~ariquitas", o ~~c~~atarinas", siendo de los pocos coleópteros considerados amigables y benéficos por el común de las personas. Además de su belleza intrínseca, tienen una gran importancia ecológica y económica por ser depredadores, tanto en estado adulto como larvario, de muchos artrópodos que constituyen plagas agrícolas (González, 2006; Núñez *et al*., 1992). La catarina *Hippodamia convergens* Guerin-Méneville 1842, está distribuida el todo Norte y Centro América (Aristizábal y Arthurs, 2016) y es preferida por los granjeros y liberada en campo para ayudar a reducir las poblaciones de áfidos. Los adultos y larvas se alimentan principalmente de varias especies de pulgones; sin embargo, depredan huevos de psílidos, estados inmaduros de pequeños insectos, ácaros, esporas, etc. Las larvas de *H. convergens* consumen de uno a dos pulgones por día en sus primeros días de vida, pero el consumo aumenta rápidamente hasta el fin de sus estadios larvales cuando llegan a alimentarse de 50 pulgones o más diariamente (Balduf, 1935). *H. convergens* se encuentra registrada con 43 especies de áfidos presa sólo dentro de la subfamilia Aphidinae (Peña-Martínez *et al*., 2004). Siendo ésta un área de particular importancia, debido a que muchas compañías venden escarabajos cultivados durante su período de diapausa como herramienta de manejo de plagas. Desafortunadamente estos insectos son inapropiadamente despertados de la diapausa, por lo que mueren al paso de unos días (Grossett, 2011). Más allá de la falta de efectividad, la recolección y dispersión de *H. convergens* no es una práctica sana de control biológico por dos razones: (a) colectar estos insectos de California de los sitios de hibernación y trasladarlos puede tener efectos adversos en las poblaciones locales, y (b) la movilización de *H. convergens* distribuye al parasitoide *Dinocampus coccinellae* Schrank 1802, y un patógeno microsporidio *Nosema hippodamiae* (Lipa y Steinhaus, 1959; Ruzicka y Hagen, 1985; Sluss, 1968). Debido a la importancia agrícola y lo interesante que resulta producir insectos de cría, se propuso probar dietas merídicas y evaluar la factibilidad de la producción de *H. convergens* en laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

En marzo de 2016 se colectaron en el campo agrícola de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, adultos de *H. convergens*, que fueron llevados al laboratorio de Entomología; 60 catarinas fueron colocados en una caja de polietileno (30 x 20 x 10 cm) previamente forrada con papel estraza. En dicha caja, se colocaron brotes de *Sonchus oleraceus* L. infestada con áfidos (*Hyperomyzus lactucae)* a fin de que las catarinas se alimentaran y estimulara su oviposición, la caja fue colocada en una Cámara Bioclimática (Biotronette Mark III) del mismo laboratorio con 27 ± 2 °C, humedad relativa del 65% y fotoperiodo de 12 h.

Al día siguiente, se recolectaron racimos de huevos del papel canela, recortando el papel para confinarlos en un recipiente de polietileno de 60 ml. Al eclosionar, se tomaron 48 larvas con tamaño homogéneo y fueron depositadas individualmente en recipientes de polietileno con una capacidad de 60 ml. Se rotularon las tapas para distinguir que dieta se brindaría a cada una de las larvas. A los recipientes se agregó una cantidad de dieta correspondiente o áfidos (aprox. 50 por recipiente), según correspondiera (12 repeticiones) (Figura 1 A y B).

Figura 1. A) Alimentación de los insectos en cría con áfidos de *S. oleraceus*, donde pueden observarse los recipientes de confinamiento. B) Foto del fondo del recipiente donde puede observarse a una larva alimentándose de dieta artificial.

Los recipientes se colocaron en Cámara Bioclimática; se registró el desarrollo de las larvas y se suministró alimento según fuese requerido. Al observarse las pupas, se dejó de administrar alimento y cuando los adultos emergieron, se colocaron en recipientes de polietileno con una capacidad de 500 ml, en donde se confinaron todos aquellos que compartían la misma dieta y continuaron siendo alimentados por la dieta específica que le antecediera.

Fase exploratoria. Se realizó una fase exploratoria con larvas provenientes de una población de campo alimentada con áfidos, usando dos dietas merídicas: la de Hussein y Hagen (1990), a

base de hígado de pollo, y la de Cohen (2002), a base de hígado de res, resultando ésta última con los mejores resultados.

Fase de dieta modificada. Se descartó la dieta de hígado de pollo y se trabajó modificando la de Cohen (2002). Para su elaboración se mezclaron 100 gr de hígado de res, 100 gr de carne molida de res, 10 gr de levadura de cerveza, 5 gr de miel y 20 ml de agua destilada por 3 minutos en un procesador de alimentos. La preparación del sustrato de retención adherente fibroso se preparó en un vaso de precipitado de 1000 ml agregando: 45 ml de agua destilada, 5 ml de la solución ácido acético, 0.6 gr de propionato, 0.6 gr de sorbato, 0.1 gr de amikacina, 0.1 gr de oxitetraciclina, que se agitó con barra de agitación magnética a una temperatura de 85°C. A esta mezcla se añadió 15 gr de sacarosa y se agitó hasta que estuvo bien mezclada, posteriormente se agregó 100 gr de huevo y se mezcló hasta que éste cuajó, pero sin que estuviese demasiado cocido para estar completamente duro. Ambas soluciones fueron mezcladas en el vaso de precipitado hasta conseguir una pasta homogénea, el sustrato de retención adherente fibroso, además de proporcionar nutrientes a los entomófagos, proporciona la formación de una especie de red, que sirve para sostener o retener sustancialmente la pasta proteína-lípido (Cohen, A. 2002).

A partir de los resultados obtenidos en la fase exploratoria, se decidió agregar cinco mililitros de un complejo comercial vitamínico ‗Vitaminas ADyC'. Esta dieta de Cohen vitaminada se adicionó con tres variantes: jalea real encapsulada, jalea real normal (que será referida como ―jalea real") y polen. Dichos elementos variantes se obtuvieron de productor apícola regional. Se dejó enfriar el sustrato de retención adherente fibroso, se dividió en 3 recipientes, se añadió el ingrediente específico para cada dieta del cual se nombraron: jalea real encapsulada (DIETA I), tomando una cápsula y vertiendo su contenido en el sustrato y mezclando vigorosamente para tener una buena homogenización; al segundo recipiente se agregó jalea real tomando con un palillo de madera la cantidad que fuese extraída por los primeros cinco milímetros del mismo y mezclado hasta homogenizar el sustrato (DIETA II); y Polen para la última dieta, agregando cinco gramos y mezclando en el sustrato hasta homogenizar (DIETA III). La dieta fue depositada en bolsas de plástico transparentes de 300 gr, que se rotularon para su refrigeración.

El desarrollo, longevidad y tamaño de las catarinas, se sometieron a un análisis de varianza (Olivares, 2012) bajo un diseño completamente al azar, para establecer si existieron diferencias entre las dietas empleadas sobre la condición de los insectos; de igual forma se elaboraron curvas de sobrevivencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase exploratoria: Se logró establecer el método de cría de acuerdo al protocolo; para ello se elaboraron las dietas merídicas a base de hígado de res y otra de hígado de pollo y se compararon con una población de catarinita roja alimentada con pulgones de campo.

A partir de Noviembre se elaboraron las dietas y se colectaron larvas de *H. convergens* para iniciar con pruebas de palatabilidad. Otro grupo de estos insectos se alimentaron con pulgones obtenidos en el campo experimental de la Facultad, principalmente en alfalfa (*Acyrthosiphon pisum*), en la arvense *S. oleraceus* se colectó *H. lactucae* en sorgo se colectó pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari,* Zehntner 1897). De las larvas alimentadas con pulgones se estableció una cría, la que pudo completar el desarrollo y los insectos llegaron al estado adulto, para luego copular, producir huevos y tener descendencia. Las larvas que se alimentaron con las dietas artificiales no pudieron completar el proceso como el caso de las alimentadas con áfidos; las larvas murieron al quedar adheridas en la dieta de hígado de pollo, mientras que en la dieta de Cohen (2002) llegaron a adulto pero no se obtuvieron huevos.

Fase de dieta modificada: Con las infestaciones de pulgones en verano se pudo concretar la fase de experimentación de las dietas. Se registró el desarrollo de las larvas en los recipientes experimentales alimentadas con la dieta merídica asignada. Al obtener los adultos de los tratamientos en los que los hubo, éstos fueron asignados en un mismo recipiente de acuerdo a la dieta que le antecedió y se continuo la alimentación de la misma manera. Al paso de los días se observó que los adultos de la dieta de jalea real (II) tenían un comportamiento poco ortodoxo, ya que en todas las visualizaciones se encontraban dispuestas con el vientre hacia arriba y sin consumir cantidad alguna de alimento; claramente, no hubo cópula. Mientras que los adultos de las otras dietas mantenían su ritmo normal de consumo sin algún problema motriz. Sin embargo, su tiempo de vida fue corto. En la dieta de jalea real encapsulada (I) no se observó cópula ni oviposturas. En cambio, los adultos alimentados con áfidos, copularon y se pudieron contar hasta 17 racimos de huevos.

La Figura 2, muestra de manera gráfica las diferencias en la duración del ciclo y la sobrevivencia de *H. convergens* en el presente experimento; como puede notarse y como ya se ha argumentado, el tipo de alimentación influyó notablemente en el desarrollo y la mortalidad de larvas. En dicha Figura puede observarse el desplazamiento de la ~~v~~entana" del estado de pupa, presentándose a los ocho días después de la eclosión para la dieta testigo, 16 días para la dieta de jalea real encapsulada (I), 18 para la dieta con jalea real (II) y como desaparece en la dieta de polen (III) donde todos los individuos murieron como larvas sin alcanzar dicha ventana. De igual forma, puede observarse que la mortalidad en el testigo y las dietas de jalea real y

jalea real encapsulada se comportó de manera similar, denotándose una falta de algún elemento nutricional en la dieta que evitaba tener adultos sanos y longevos.

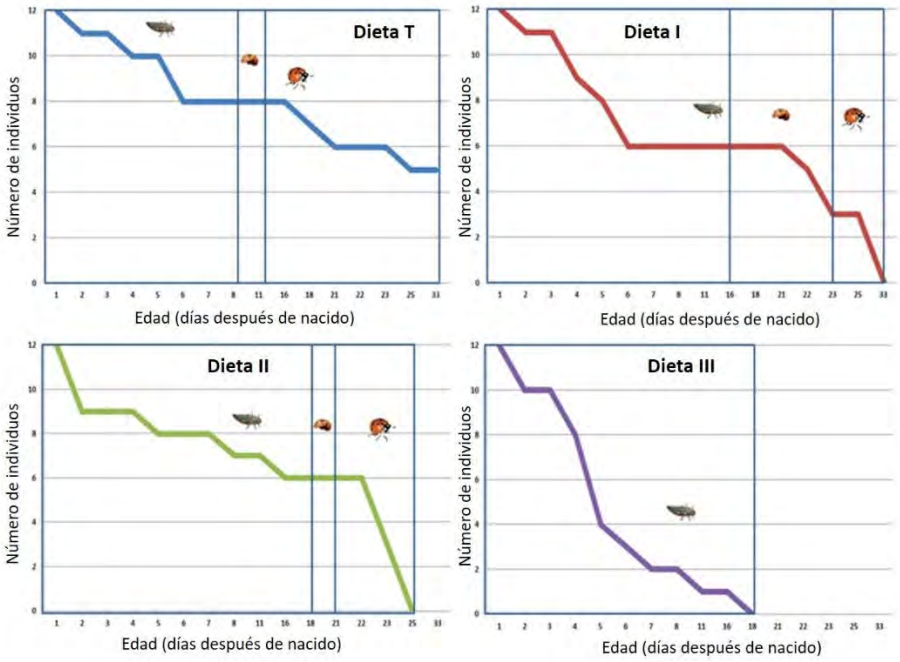


Figura 2. Figuras comparativas del número de individuos y las diferentes etapas en el ciclo de *H. convergens* para cada una de las dietas evaluadas con relación a la dieta testigo (áfidos).

Aristizábal y Arthurs (2016) consignan que las larvas maduras desarrollan cerca de 7 mm, en la Figura 3 puede observarse la manera como desarrollaron longitud las larvas sometidas a diferentes dietas en función del tiempo. Como puede denotarse, la dieta testigo obtuvo mayor aumento de talla en un menor tiempo, seguido longitudinalmente por la dieta de jalea real y luego la dieta de jalea real encapsulada y finalmente, la dieta de polen. En contraste con la longitud de 7 mm ya señalada, el tratamiento testigo alimentado con *M. sacchari* tuvo un valor muy por encima, alcanzando los 10 mm en promedio. Las dos dietas de jalea real presentaron valor de longitud máxima de larva cercanos a la medida ya señalada consignada por Aristizábal y Arthurs (2016). Mientras que la dieta de polen sólo alcanzó 4 mm en promedio por debajo de lo consignado.

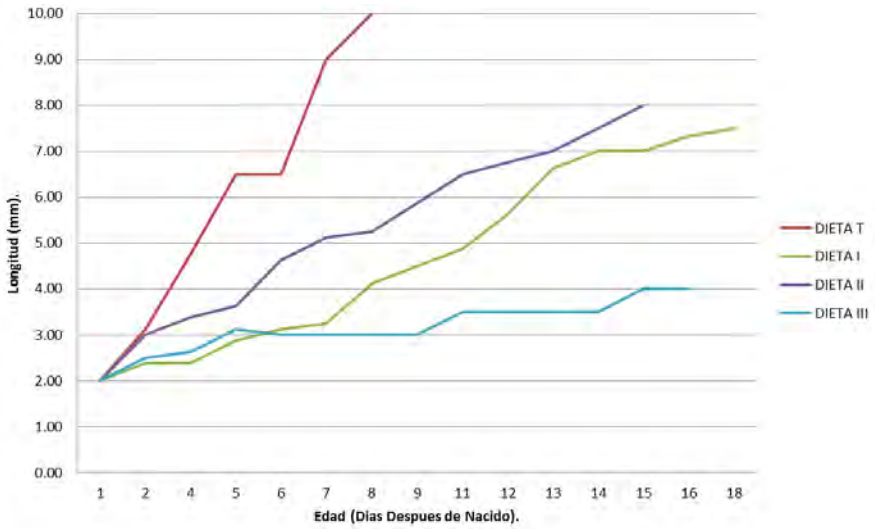


Figura 3. Longitud (mm) alcanzada por las larvas de *H. convergens* alimentadas con diferente dieta en función de la edad.

Las diferencias señaladas son consistentes con el análisis de varianza de estos datos. Como puede verse en el Cuadro 1, las dos dietas de jalea real fueron iguales estadísticamente; mientras que la dieta testigo y la de polen son diferentes estadísticamente. Por lo tanto, esta variable indica claramente que la dieta de polen no funcionó y que no hay diferencia al emplear las de jalea, aunque sigue faltando algún elemento nutritivo para alcanzar la dieta de áfidos, tal como lo señalan Hussein y Hagen (1990) en el uso de dietas merídicas.

Cuadro 1. Análisis de varianza del crecimiento máximo de larvas (mm) antes de pupar de *H. convergens* alimentadas con diferente dieta.

Tratamiento	Media (cm)	0.05
Testigo	9.500	a
I	7.875	b
II	7.625	b
III	3.250	c

Los datos con letra diferente denotan que existen diferencias significativas DMS 0.05

En la Figura 4, se observa el contraste de los valores de la longitud media de adultos de *H. convergens* alimentados con las diferentes dietas, siendo muy notable la diferencia del largo de los adultos alimentados con la dieta testigo sobre el resultado de las dietas de jalea real y una diferencia más modesta con respecto al ancho. Igualmente, puede observarse que ambos parámetros no presentaron diferencias estadísticas para dichas dietas de jalea real, a diferencia de la dieta testigo en donde se encontraron diferencias. En la Figura señalada no se muestra la dieta de polen (III) debido a que las larvas no alcanzaron a pupar y no hubo adultos.

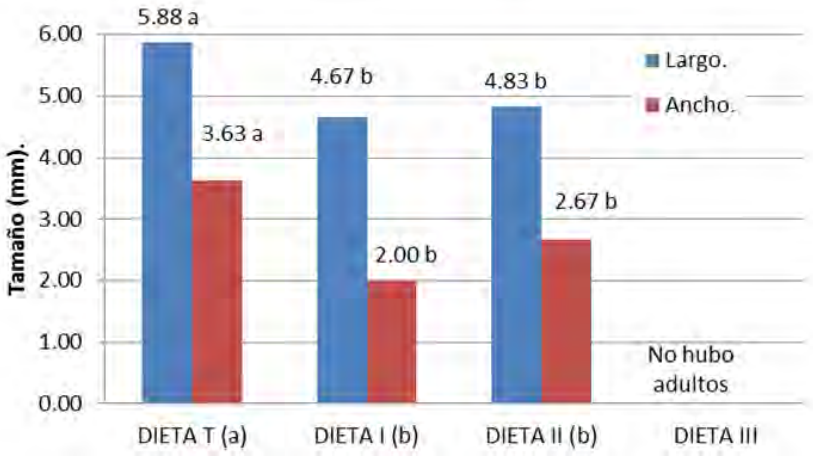


Figura 3.- Análisis estadístico de crecimiento en largo y ancho de adultos de *H. convergens* alimentados con áfidos y tres variantes de una dieta merídica.

CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias significativas para el desarrollo de *H. convergens* entre los tratamientos de alimentación con dietas merídicas adicionadas con diferentes fuentes proteínicas y la dieta testigo a base de áfidos.

En los parámetros sobrevivencia, duración del ciclo, tamaño de larvas y adultos, la dieta consistente en alimentación con áfidos vivos fue notablemente superior que las que contenían jalea real y polen.

A pesar de que en las dietas adicionadas con jalea real encapsulada los adultos de *H. convergens* mostraron un desempeño similar a los de la dieta con áfidos, su incapacidad para copular y producir huevos marca una deficiencia en nutrimentos.

Debido a la gran importancia de *H. convergens* como depredador, será necesario continuar buscando el elemento faltante en las dietas merídicas que evita sustituir con éstas, la nutrición obtenida con su dieta natural a base de áfidos.

BIBLIOGRAFÍA

Aristizábal, L. and Arthurs, S. 2016. Convergent lady beetle *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Insecta: Coleoptera: Coccinellidae). U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS, Florida A & M University Cooperative Extension Program, and Boards f Country Commissioners Cooperating. Nick T. Place, dean for UF/FAS Extension, Gainesville, FL 32611. https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN103700.pdf. Consultado 23 enero de 2017.

Balduf, W. 1935. Coccinellidae, Ladybeetles. The bionomics of entomophagous Coleoptera. University of Illinois.

Cohen, A. 2002. Medios artificiales para criar entomófagos. Folleto. http://www.espatentes.com/pdf/2170961_t3.pdf. Consultado 2 de noviembre de 2015.

González, G. 2006. Coccinellidae. Biodiversidad de artrópodos argentinos, Vol. 3. Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Grossett, S. 2011. Migratory patterns and diapause of *Hippodamia convergens* (Convergent ladybug). BSPM 507, Colorado State University.

Hagen, K. 1987. Nutritional ecology of terrestrial predators. In Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders and Related Invertebrates. New York.

Lipa, J. and Steinhaus, E. 1959. *Nosema hippodamiae* n. sp., a microsporidian parasite of *Hippodamia convergens* Guerin (Coleoptera, Coccinellidae). J. Insect Pathol. 1:304–8

Núñez, E. Tizado, E. and Nieto, J. 1992. Coccinélidos (Col.: Coccinellidae) depredadores de pulgones (Hom.: Aphididae) sobre plantas cultivadas de León. Bol. San. Veg. Plagas, 18. Dpto. de Biología Animal. Universidad de León. 24071 León.

Olivares, E. 2012. Paquete de diseños experimentales versión 1.0 de prueba. Escobedo, Nuevo León. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Peña-Martínez, R. Terrón, R. Rodríguez, S. y Fierro, A. 2004. *Harmonía axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) sus áfidos presa (Hemíptera: Aphididae) y sus plantas hospederas en Xochimilco, Distrito Federal. XXVII Congreso Nacional de Control Biológico. Hotel Plaza Inn, Los Mochis, Sinaloa, México.

Ruzicka Z, Hagen KS. 1985. Impact of parasitism on migratory flight performance in females of *Hippodamia convergens* (Coleoptera). Acta Entomol. Bohemoslov. 82:401–6

Sluss R. 1968. Behavioral and anatomical responses of the convergent lady beetle to parasitism by *Perilitus coccinellae* (Shrank) (Hymenoptera: Braconidae). J. Invert. Pathol. 10:9–27

DISTRIBUCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE GARRAPATAS EN VENADO COLA BLANCA (Odocoileus virginianus) EN LOCALIDADES DEL NORTE DE LA REPUBLICA MEXICANA

Cuesy León Mariana, Molina Garza Zinnia Judith, Galaviz Silva Lucio.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Laboratorio de Patología Molecular y Experimental, Ave. Universidad S/N Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza Nuevo León. CP. 66455.
qbpmarycuesy@outlook.es

INTRODUCCIÓN

Las garrapatas son ectoparásitos de vertebrados terrestres, y hematófagos en todos sus estadios, (Klompen *et al*., 1996), por lo que son vectores de una amplia gama de enfermedades de importancia médica y veterinaria, las cuales están en aumento (Dantas-Torres y Otranto, 2013) y son un problema de salud pública para todo el mundo, algunas como las encefalitis (TBE), se consideran prioritarias, por esto las garrapatas son de gran importancia, superadas a nivel mundial, únicamente por los mosquitos (Parola y Raoult, 2001;Claerebout *et al.*, 2013). Aunque el interés en la ecología de estos vectores se centra mayormente en especies que tienen un papel en la transmisión de patógenos a los seres humanos, cada vez hay más investigaciones sobre especies de garrapatas que pueden afectar seriamente la salud y la producción animal (Dantas-Torres y Otranto, 2013). La vida silvestre es un componente importante en el triángulo vector-huésped-patógeno de las enfermedades, ya que mantienen a los vectores biológicos que transmiten patógenos y pueden servir como reservorios para patógenos y por lo tanto las zoonosis persisten en ciclos de transmisión silenciosa entre los vectores y el huésped silvestre, donde e el ser humano es un hospedero accidental (Sosa-Gutiérrez *et al*., 2014), así pues la distribución y epidemiología de las enfermedades transmitidas por vectores es reflejo de esto último (Sosa-Gutiérrez *et al*., 2015). Una de las principales estrategias para la erradicación de las garrapatas, es tener el conocimiento por su especificidad sobre el hospedero como en este caso para venados o de otras especies de ungulados, en el cual se utilizan acaricidas o el uso de la dispersión de ivermectinas específicas en los pastizales (Pound *et al*., 2010) por lo que este trabajo tiene como objetivo determinar la distribución de especies de garrapatas en hospederos silvestres como lo es el venado cola blanca *(Odocoileus virginianus couesi*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El estudio fue realizado en tres estados del norte de la República Mexicana, Las colectas se realizaron en 2 localidades del estado de Sonora: Rancho El Aigame, en el municipio La Colorada (lat/lon: 28.73, -110.42) (Directorio cartográfico, dices.net) y en Rancho El Plomito (lat/lon: 30.25, -112.37) localizado en el municipio de Pitiquito, Sonora. En Tamaulipas las colectas se realizaron en las áreas de Nuevo Laredo y Guerrero. En Nuevo León las colectas se realizaron en el Rancho Mamulique en el municipio de Salinas Victoria. (lat/lon: 26.1333, -100.333) (Directorio cartográfico, dices.net). **Colecta de garrapatas:** Todos los ejemplares fueron obtenidos durante las temporadas de caza de octubre 2015 a febrero del 2018, reguladas por las autoridades correspondientes, como la SEMARNAT y/o la Autoridad Ambiental Estatal. Los cazadores fueron acompañados por técnicos del grupo OVIS (Organización de vida silvestre), solo se permite la captura de hospederos machos y adultos, en el cual se obtuvieron las garrapatas con pinzas por un espacio de 5 minutos de las zonas que se considera con más densidad en garrapatas. Los ungulados fueron inspeccionados en la parte superior de la cabeza, el oído, cuello, lomo, y patas, debido a que son los primeros sitios que se localizan las garrapatas adultas (Cortinas y Kitron, 2006),los ejemplares se introdujeron en viales de 12 mL, previamente etiquetados con los datos del hospedero (fecha, localidad, especie, sexo), y sumergidas en alcohol etílico absoluto como preservador (Amerasinghe *et al.,* 1992). **Identificación de garrapatas:** La identificación taxonómica se realizó en el Laboratorio de Patología Molecular y Experimental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con las claves del Manual de Identificación de las Especies de Garrapatas de Importancia en México de la Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de la Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria de la Dirección General de Salud Animal (1996), además de las claves de (Keirans y Litwak, 1989; Walker *et al.*, 2014) **Análisis de datos:** Los datos fueron ordenados por estado y localidad, se obtuvo la prevalencia (proporción de hospederos infestados), la intensidad (número de garrapatas en el total de hospederos infestados), la confección de especies de garrapatas en el mismo ciervo, abundancia (número de garrapatas en el total de hospederos colectados) y la proporción de sexo en la garrapatas (Cortinas y Kitron, 2006). Para analizar las proporciones poblacionales se realizó una prueba Z y tablas de contingencia y prueba de Chi cuadrada para analizar asociaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las localidades muestreadas en del norte de la Republica de México, se inspeccionaron un total de 233 venados de los cuales 38/233 (16.3 %) estaban infestados. Se colectaron un total de 187 garrapatas pertenecientes a 3 especies distintas (Figura 1), las cuales están asociadas a ganado: *Otobius megnini (*Dugès1883), *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus,* (Canestrini,1887) *Dermacentor (Anocentor)nitens* (Neumann,1897). Todas estas especies tienen una importancia económica, veterinaria y médica. Los datos obtenidos se muestran resumidos en la Tabla 1.

Tabla 3. Datos obtenidos de las localidades del norte de la República Mexicana

	Nuevo León		**Sonora**	**Tamaulipas**
N de hospederos	28/202 (13.86%)		4/16 (25%)	6/15 (40%)
Especies	*R. microplus*	*D. nitens*	*O. megnini*	*R. microplus*
No. garrapatas	98/151 (64.9%)	53/151 (35.1%)	21/21 (100%)	17/17 (100%)
Ninfas	--	--	21/21(100%)	--
♀	84/ 151(55.6%)	19/151 (12.6%)	--	13/17(76.5%)
♂	14/151 (9.3%)	34/151 (22.5%)	--	4/17(23.5%)
Abundancia	0.49		10.20	1.13
Intensidad	3.92		25.50	2.83
TOTALES				
Ninfas	21/189(11.1%)			
♀	116/189 (61.4%)			
♂	52/189 (27.5%)			
Abundancia	0.79			
Intensidad	4.97			

A *R. microplus* se le considera como la garrapata de mayor importancia en la producción ganadera debido a las grandes pérdidas económicas que produce a nivel mundial (Busch *et al*., 2014); Wang *et al.* (2016) mencionan que durante los períodos de tratamiento en estos hospederos, el venado de cola blanca participa como refugio de garrapatas y a su vez dispersa las garrapatas hembras con larvas hacia hábitats favorables para su supervivencia en las etapas de desarrollo fuera del huésped, lo que facilita el recrudecimiento de las infestaciones

después de la terminación de los períodos de tratamiento. Otro vector colectado en el mismo hospedero y estado fue *D. nitens*, Guzmán-Cornejo *et al.* (2016), reportaron a esta garrapata en estado vecino de Tamaulipas, pero no para nuestro estado, en diferentes hospederos como el ganado, caballos, perros, mulas, ovejas, etc., sin embargo, no para este ungulado. Las garrapatas hembras de *D. nitens* transmiten *Babesia caballi* a su progenie trasováricamente, además de que todos sus estadios son vectores competentes para esta enfermedad (Schwint *et al*., 2008). *O.megnini* (garrapata espinosa) que se extiende desde el suroeste de Estados Unidos, hasta el sur de México y Suramérica, esta ninfa causa severas irritaciones, pérdida de peso y puede afectar el comportamiento reproductivo de su hospedero (Niebuhr *et al*., 2013), y actúan como vectores de rickettsias causantes de fiebre moteada y fiebre Q (Diyes y Rajakaruna, 2016).

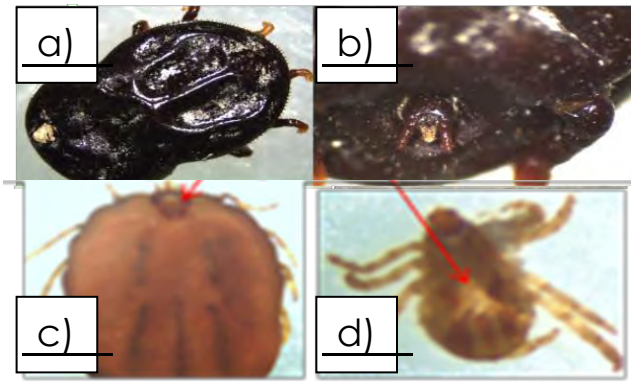
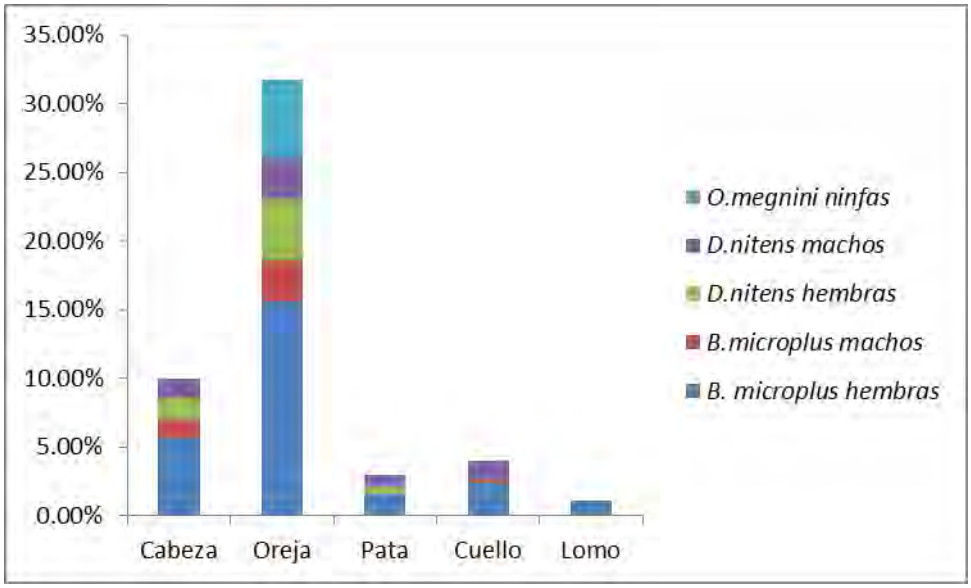


Figura 1 Dos de las especies halladas en localidades del norte de la Republica mexicana. *Otobius megnini* a)vista dirsal b) gnastoma, hembra vista ventral, *Boophilus microplus* c) hembra, d) macho.

Se realizó la prueba Z para comparación de proporciones poblacionales, encontrándose que en general hay alta diferencia significativa (p=0.01) entre las proporciones poblacionales de estadios, localidades y especies de garrapatas. También se realizó prueba de Chi cuadrado donde se observó que en vendado hay una asociación significativa ente el vector y su ubicación en el hospedero. En el grafico (1) se muestra el porcentaje de garrapatas colectadas por especie y estadio, de acuerdo a su ubicación en el hospedero. La oreja es el punto más alto en el cuerpo de un venado, está muy vascularizada y solo tiene una capa escasa de pelo corto y fino durante los meses más cálidos. Además, la cabeza y las orejas pueden entrar en contacto directo con las garrapatas mientras la cabeza baja para alimentarse. Al correr, el ciervo pone sus orejas hacia atrás contra la cabeza. Este comportamiento protege la oreja y también puede

proteger a las garrapatas de su desalojo. A medida que los ciervos viajan a través de la maleza, las garrapatas en las áreas delanteras y las patas pueden desalojarse fácilmente, especialmente antes fijarse.(Bloemer *et al.*, 1988)



Gráfica 1. Ubicación en el hospedero de las especies de garrapatas colectadas.

CONCLUSIONES

En conclusión, este trabajo menciona la distribución de especies 3 especies de garrapatas en el Norte del País, en venado de cola blanca, que sostiene y extiende poblaciones de garrapatas como las del ganado, donde es importante conocer su biología para el control de las mismas, ya que el impacto que causan estos vectores en la salud humana y en animales, pueden dar lugar a la presencia de enfermedades endémicas no reconocidas, o representar un ciclo zoonótico silencioso (Sosa-Gutierrez et al., 2016), por lo cual es necesario realizar más estudios que identifiquen a posibles vectores en el país, y conocer la epidemiología de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

Amerasinghe, F., Breisch, N., Azad, A., 1992. Distribution, density, and Lyme disease spirochete infection in Ixodes dammini (Acari: Ixodidae) on white-tailed deer in Maryland. J. Med. Entomol. 29(1), 54–61.

Bloemer, S.R., Zimmerman, R.H., Fairbanks, K., 1988. Abundance, attachment sites, and density estimators of lone star ticks (Acari: Ixodidae) infesting white-tailed deer. J. Med. Entomol. 25, 295–300. https://doi.org/10.1093/jmedent/25.4.295

Busch, J.D., Stone, N.E., Nottingham, R., Araya-Anchetta, A., Lewis, J., Hochhalter, C., Giles, J.R., Gruendike, J., Freeman, J., Buckmeier, G., Bodine, D., Duhaime, R., Miller, R.J., Davey, R.B., Olafson, P.U., Scoles, G.A., Wagner, D.M., 2014. Widespread movement of invasive cattle fever

ticks (Rhipicephalus microplus) in southern Texas leads to shared local infestations on cattle and deer. Parasit. Vectors 7, 188. https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-188

Claerebout, E., Losson, B., Cochez, C., Casaert, S., Dalemans, A.-C., de Cat, A., Madder, M., Saegerman, C., Heyman, P., Lempereur, L., 2013. Ticks and associated pathogens collected from dogs and cats in Belgium. Parasites and Vectors 6, 183. https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-183

Cortinas, M.R., Kitron, U., 2006. County-level surveillance of white-tailed deer infestation by Ixodes scapularis and Dermacentor albipictus (Acari: Ixodidae) along the Illinois River. J. Med. Entomol. 43, 810–9.

Crosbie, P., Goff, W., Stiller, D., Jessup, D., 1997. The distribution of Dermacentor hunteri and Anaplasma sp. in desert bighorn sheep (Ovis canadensis). J. Parasitol. 31–37.

Dantas-Torres, F., Otranto, D., 2013. Species diversity and abundance of ticks in three habitats in southern Italy. Ticks Tick. Borne. Dis. 4, 251–255. https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2012.11.004

Diyes, G.C.P., Rajakaruna, R.S., 2016. Seasonal dynamics of spinose ear tick Otobius megnini associated with horse otoacariasis in Sri Lanka. Acta Trop. 159, 170–175. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2016.03.025

Guzmán-Cornejo, C., Robbins, R.G., Guglielmone, A.A., Montiel-Parra, G., Rivas, G., Pérez, T.M., 2016a. The Dermacentor (Acari, Ixodida, ixodidae) of Mexico: Hosts, geographical distribution and new records. Zookeys 2016, 1–22. https://doi.org/10.3897/zookeys.569.7221

Guzmán-Cornejo, C., Robbins, R.G., Guglielmone, A.A., Montiel-Parra, G., Rivas, G., Pérez, T.M., 2016b. The Dermacentor (Acari, Ixodida, Ixodidae) of Mexico: hosts, geographical distribution and new records. Zookeys 1–22. https://doi.org/10.3897/zookeys.569.7221

Keirans, J.E., Litwak, T.R., 1989. Pictorial key to the adults of hard ticks, family Ixodidae (Ixodida: Ixodoidea), east of the Mississippi River. J. Med. Entomol. 26, 435–448.

Klompen, J.S.H., Black, W.C., Keirans, J.E., Oliver, J.H., 1996. Evolution of Ticks. Annu. Rev. Entomol. 41, 141–161. https://doi.org/10.1146/annurev.en.41.010196.001041

Parola, P., Raoult, D., 2001. Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. Clin. Infect. Dis. 32, 897–928.

Pound, J.M., George, J.E., Kammlah, D.M., Lohmeyer, K.H., Davey, R.B., 2010. Evidence for Role of White-Tailed Deer (Artiodactyla: Cervidae) in Epizootiology of Cattle Ticks and Southern Cattle Ticks (Acari: Ixodidae) in Reinfestations Along the Texas/Mexico Border in South Texas: A Review and Update. J. Econ. Entomol. 103, 211–218.

Schwint, O.N., Knowles, D.P., Ueti, M.W., Kappmeyer, L.S., Scoles, G. a, 2008. Transmission of Babesia caballi by Dermacentor nitens (Acari: Ixodidae) is restricted to one generation in the absence of alimentary reinfection on a susceptible equine host. J. Med. Entomol. 45, 1152–1155. https://doi.org/10.1603/0022-2585(2008)45[1152:TOBCBD]2.0.CO;2

Sosa-Gutierrez, C.G., Solorzano-Santos, F., Walker, D.H., Torres, J., Serrano, C.A., Gordillo-Perez, G., 2016. Fatal monocytic ehrlichiosis in woman, Mexico, 2013. Emerg. Infect. Dis. 22, 871–874. https://doi.org/10.3201/eid2205.151217

Sosa-Gutiérrez, C.G., Vargas-Sandoval, M., Torres, J., Gordillo-Peréz, G., 2015. Tick-borne rickettsial pathogens in questing ticks, removed from humans and animals in Mexico. J. Vet. Sci. 40, 487–494. https://doi.org/10.1310/hpj4902-170

Sosa-Gutiérrez, C.G., Vargas, M., Torres, J., Gordillo-Pérez, G., 2014. Tick-Borne Rickettsial Pathogens in Rodents from Mexico. Biomed. Sci. Eng. 884–889. https://doi.org/10.4236/jbise.2014.711087

Walker, A.R., Bouattor, A., Camicas, J., Estrada-Pena, Horak, I.G., Latiff, A.A., Pegram, R.G., Preston, P.M., 2014. Ticks of domestic animals in Africa,a guide to identification of species. Bioscience Reports, Edinburgh Scotland,U.K.

Wang, H., Teel, P., Grant, W., Schuster, G., 2016. Simulated interactions of white-tailed deer (Odocoileus virginianus), climate variation and habitat heterogeneity on southern cattle tick (Rhipicephalus (Boophilus). Ecological.

VARIABILIDAD DEL CARBÓN ORGÁNICO EN UNA COMPOSTA DURANTE EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN

Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Hilario Macías Rodríguez[1], Miguel Rivera González[1], Gerardo Delgado Ramírez[1]

[1]INIFAP; CENID RASPA, km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. México. 35140 (villalobos.arcadio@inifap.gob.mx).

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos como bacterias, hongos y actinomicetos, se alimentan de los componentes estructurales de la materia orgánica en la composta. La descomposición ocurre por la mineralización de macro y micro nutrimentos de las proteínas, carbohidratos, celulosas, hemicelulosas y ligninas. Estos compuestos se encuentran en los estiércoles y los residuos de cosecha. La transformación de los residuos orgánicos en compuestos más estables como el humus, puede ocurrir a través de dos procesos de digestión; por descomposición aeróbica o anaeróbica. Los establos lecheros, sobre todo aquellos con una explotación intensiva, producen una gran cantidad de estiércol animal. Estos desechos son portadores de nutrientes para las plantas, además de aportar grandes porcentajes de materia orgánica, la cual mejora la calidad del suelo y la fertilidad (Gómez *et al*., 2009; 2011). A través de este proceso, se le aplica un valor agregado al estiércol y se eleva al grado de un fertilizante orgánico como producto final (Bernal *et al*., 2009; Gómez *et al.,* 2011; 2013). Así*,* los materiales orgánicos generados en los procesos de producción agropecuaria serán aplicados al suelo como fertilizantes para los cultivos o como mejoradores de suelos (Jeavons, 2002; Soto, 2003). El nitrógeno que es rescatando por los microorganismos lo utilizan para multiplicarse y aprovechan el carbón orgánico como energía la cual es necesaria para este proceso (Dalzell, *et al*. 1991). El objetivo del presente trabajo fue medir el efecto de diferentes mezclas de materiales sobre la evolución del carbón orgánico (CO) en cuatro etapas del proceso de composteo aeróbico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera (CENID-RASPA), ubicado en Gómez Palacio, Durango.

La producción de compostas fueron 5 tratamientos con proporciones en base a peso de 60 kg cada pila de composta, como sigue: 100% Estiércol, 0 % Rastrojo (T1); 80% Estiércol, 20% Rastrojo (T2); 60% Estiércol, 40% Rastrojo (T3); 40% Estiércol, 60% Rastrojo (T4); 20%

Estiércol, 80% Rastrojo (T5). Dichas mezclas fueron establecidas como pilas a cielo abierto, con riegos y volteos periódicos dependiendo de las etapas del proceso de composteo. En este trabajo se hicieron cinco muestreos de compost en cada tratamiento, se inició el 19 de junio del año 2015. Las muestras se enviaron al laboratorio para que fueran analizadas y se determinara la concentración de carbón orgánico (CO) entre otras variables. El diseño experimental fue de bloques al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones cada uno. Los resultados de los análisis de laboratorio fueron sometidos a un análisis de varianza de un factor para observar tendencias y probar diferencia significativa entre tratamientos.

El proceso de composteo duró 60 días (2 meses en el verano). Se dice que la composta está madura cuando el sustrato se observe homogéneo, café oscuro y desmenuzado y tiene un olor a tierra humedad.

Los muestreos de las compostas para analizar en el laboratorio se hicieron en cinco tiempos; al inicio del composteo o tiempo cero (T0), y después cada 15 días durante el proceso. Cuando las compostas estuvieron terminadas se tomaron muestras de cada tratamiento para analizarlas en el laboratorio y determinar los contenidos de nitrógeno total (NT) y carbón total (CT) para determinar su relación carbono/nitrógeno (C/N).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las mediciones y los análisis realizados a las muestras de los cinco tratamientos que se evaluaron en el diseño experimental propuesto se presentan los resultados del efecto que mostraron los diferentes tratamientos de composteo en base a las proporciones de mezclado del estiércol de bovino con rastrojo de maíz.

El proceso de compostaje tuvo una duración total de 68 días, y durante este tiempo la temperatura ambiental promedio fue de 27.7^{o} C. De manera general, el período de descomposición se monitoreó 60 días, esta fase activa puede durar de cuatro a más de 12 semanas, dependiendo de la época del año y la relación carbono nitrógeno de la mezcla de materiales (Bernal *et al*., 2009; Torres, 2011).

En el Cuadro 1 se observa la pérdida de carbón orgánico (CO) en todos los tratamientos, como una relación inversa al relacionar este comportamiento con las proporciones de rastrojo y estiércol en las mezclas, a menor concentración de estiércol se tuvo una mayor reducción en el porcentaje del CO; esta tendencia se observa la en el descenso de las líneas de la gráfica. Los

porcentajes de carbón orgánico que se registraron al inicio del ensayo, eran superiores a los del resultado del análisis final de las muestras colectadas de las pilas de composta. En el tratamiento cinco (T5) el porcentaje de CO se redujo en un 13.6%, mientras que en el T1 el porcentaje de CO bajo apenas un 7.9%. El proceso de compostaje tuvo una duración total de 68 días, y durante este tiempo la pérdida de CO es de alrededor de un tercio del valor inicial que se agregó en la mezcla (Kim *et al*., 2004).

Cuadro 1. Dinámica del carbón orgánico (CO) en una composta generada con cinco mezclas de estiércol con rastrojo de maíz.

TRATAMIENTOS	Porcentaje de Carbón Orgánico (% CO) Fechas de Muestreo (ocho semanas)				
	F0	F1	F2	F3	F4
100 E + 0 R	33.8	29.6	27.7	25.7	25.9
80 E + 20 R	37.0	33.1	29.8	27.4	27.0
60 E + 40 R	36.6	25.9	31.5	27.9	28.5
40 E + 60 R	40.4	37.7	34.6	30.1	28.8
20 E + 80 R	45.0	40.7	37.8	32.2	31.4

CO = Carbón Orgánico; E = Estiércol; R = Rastrojo; F = Fecha de muestreo

La relación carbono/nitrógeno es una de las variables, y un indicador importante, que tiene una mayor influencia 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, lo cual se relaciona con el consumo de energía o el consumo de carbón orgánico (Bengtsson *et al*., 2003; Scheuerell y Mahaffee, 2005). En La Figura 1 se muestran las reducciones de CO para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 con valores iniciales de 33.8%, 37.0%, 36.6%, 40.4% y 45.0% respectivamente para los tratamientos evaluados, sin embargo, se aprecia que los valores del análisis final de las compostas resultantes, muestran valores de CO más bajos por la pérdida en el proceso. Se puede observar que existe una alta correlación de esta variable con los tratamientos a los que se agregó un mayor porcentaje de rastrojo como el T5: 20% E+80% R; y el T4: 40% E+60% R, que mostraron porcentajes de CO más altos que el resto de los tratamientos. Sin embargo, estos tratamientos mostraron una mayor reducción del CO cuando se hicieron los análisis finales de las compostas, lo cual significó una pérdida dei 13.6% y el 11.6% respectivamente.

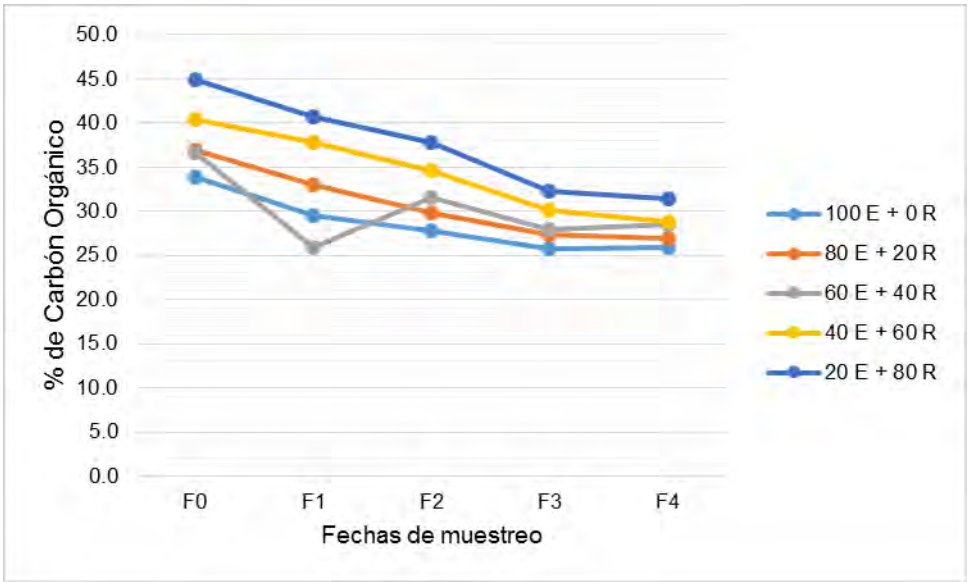


Figura 1. Gráfica del efecto de los tratamientos de composteo con mezclas de estiércol y rastrojo de maíz sobre el contenido de carbón orgánico (CO) en cinco etapas del composteo aeróbico.

CONCLUSIONES

- Se observó la pérdida de carbón orgánico (CO) en todos los tratamientos, como una relación inversa al relacionar este comportamiento con las proporciones de rastrojo y estiércol en las mezclas.

- Se puede observar que existe una alta correlación de esta variable con los tratamientos a los que se agregó un mayor porcentaje de rastrojo. Estos tratamientos mostraron una mayor reducción del CO cuando se hicieron los análisis finales de las compostas, lo cual significó una pérdida del 13.6% y el 11.6% respectivamente.

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).

BIBLIOGRAFÍA

Bengtsson G., P. Bengtsson y K.F. Mansson. (2003). –Gross nitrogen mineralization and nitrification rates as a function of soil C:N ratio and microbial activity". Soil Biology and Biochemistry 35 (1), 143-154.

Bernal MP, Alburquerque JA, Moral R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review Biores. Technol. 100:5444–5453.

Gómez RS, Angeles ML, Becerra J, Espinosa GJA. 2009. Estrategias para el reciclaje de excretas animales y producción de abonos orgánicos. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en

Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP-SAGARPA. Publicación Técnica No. 10, Colón, Querétaro.

Gómez RS, Ángeles ML, Becerra J. 2011. Alternativas para el reciclaje de excretas animales. Uso de humus de lombriz y otros derivados de la lombricultura. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Publicación Técnica No. 14, Colón, Querétaro. Pág. 1-64.

Gómez RS, Angeles ML, Nuñez G, Figueroa U. 2013. Metodologías para la elaboración de compostas y lombricompostas de excretas de ganado de leche. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Publicación Técnica No. 20, Colón, Querétaro. Pág. 19.

Dalzeell, H., A. Biddlestone, K. Gray y K. Thurairajan. 1991. Manejo del suelo: Producción y use del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Boletín de suelos FAO. Roma-Italia. Nº 56. 312 p.

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.

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.

Torres CL. 2011. Elaboración de composta. Dirección General de Apoyos al Desarrollo Rural. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Paginas/FichasTecnicasAgricol as.aspx.

IMPACTO DE LAS AGUAS RESIDUALES SOBRE LA PRESENCIA DE PLOMO Y CADMIO EN HOJAS DE MAÍZ (*Zea mayz*)

Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1], Erika Nava Reyna[1], Alan Servín Prieto[2], Miguel Rivera González[1]

[1]INIFAP; CENID RASPA, km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. México. 35140 (villalobos.arcadio@inifap.gob.mx).
[2]Técnico auxiliar de investigación del CENID-RASPA

INTRODUCCIÓN

En México existen regiones donde la explotación de los recursos agua y suelo es intensiva, debido a las metas de producción de alimentos que se fijan para cubrir las necesidades de los humanos que cada vez son más en el mundo. En el valle de la Comarca Lagunera, se utilizan cada año 170 millones de metros cúbicos (Mm^3) de agua para abastecer a la población y se genera un caudal importante de aguas residuales. Existen 14 plantas de tratamiento, con una capacidad instalada de 2,500 l/s, equivalente a 79 Mm3/año, que representa poco más del 80% del total de las aguas residuales producidas (El Siglo de Torreón, 2014). La Comarca Lagunera comprende 220 mil ha, de las cuales, normalmente se riegan 96 mil ha, pero varía cada año, dependiendo de la disponibilidad de agua. En la región predominan los forrajes necesarios para la producción pecuaria, aunque también se cultivan hortalizas y algunos frutales. El uso de aguas residuales tratadas (ART) para el riego de cultivos forrajeros como el maíz, en la región, puede reducir la demanda del agua extraída de los pozos profundos en explotación actualmente. En diversas regiones de México, se valora la calidad de las aguas residuales para su uso en riego localizado. El volumen de producción de este recurso llega a convertirse en un grave problema en las regiones del país donde no se regula su disposición por tal razón se hace más urgente el desarrollo de trabajos de investigación sobre este tema. Los riegos con este tipo de aguas aportan una cantidad de nutrientes y materia orgánica, lo cual ayuda a mejoran paulatinamente las propiedades físicas y químicas de los suelos reactivando la flora y fauna microbiana que enriquece el suelo, sin embargo, estos efluentes aportan una cantidad importante de metales pesados como Cd, Pb, Zn, Cu entre otros. El plomo y el cadmio son minerales que existen naturalmente en la corteza terrestre, debido a la industria y el consumo de hidrocarburos por los automotores contaminando el medio ambiente de muchas maneras formando compuestos como los óxidos de plomo, el tetraetilo de plomo, el sulfuro de cadmio, entre otros (Pelaez *et al*., 2014). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la presencia del plomo (Pb) y cadmio (Ca) en las plantas de maíz forrajero, con tratamientos de fertilización y bajo condiciones de riego con aguas residuales.

METODOLOGÍA

En este trabajo se manejó la siembra de maíz bajo riego, utilizando agua de pozo y aguas residuales de una planta tratadora, además de tratamientos con dosis de fertilización que se describen más adelante (Cuadro 1). El trabajo se estableció en terrenos del Centro Nacional de Investigación en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (INIFAP; CENID-RASPA). Se establecieron 1,600 metros cuadrados con cultivo de maíz forrajero.

Se hizo una distribución en el terreno con un diseño de bloques completamente al azar con siete tratamientos de fertilización y un testigo con cuatro repeticiones. El cultivo en los dos experimentos se regó con agua de pozo y con agua residual de una planta tratadora de agua, en parcelas independientes.

Tratamientos

Los tratamientos a evaluar en el experimento fueron obtenidos a partir de dosis de fertilización con nitrógeno y fósforo, además de un testigo sin fertilización, respectivamente, aumentando en este experimento la dosis de nitrógeno hasta 300 kg ha^{-1} y se redujo hasta 0.0 kg ha^{-1} y el fósforo desde 0.0 kg ha^{-1} hasta 150 kg ha^{-1} (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamiento de fertilización en maíz forrajero bajo condiciones de riego.

Tratamiento	N	P_2O_5	K_2O
1	00	50	00
2	100	50	00
3	200	50	00
4	300	50	00
5	300	100	00
6	300	150	00
7	300	00	00
8	00	00	00

El maíz sembró el 25 de julio con un hibrido para maíz forrajero, en surcos a una distancia de 80 cm dejando cinco plantas por metro. Cada parcela experimental constó de 5 surcos de 5.0 m de largo, con 5 plantas por metro, para tener una población de 62,500 plantas por hectárea, tomando como parcela útil los dos surcos centrales. Los datos registrados fueron altura de planta, el rendimiento de forraje fresco y rendimiento de materia seca. Se efectuó ANOVA para

la variable rendimiento de forraje, altura de planta y densidad de población mediante MITAB V16 y separando las medias con Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis estadísticos realizados indican que las variables evaluadas mostraron diferencias significativas, debido a los tratamientos de fertilización en el cultivo, y al tipo de agua de riego que mostró efectos detectables en el contenido de los metales pesados evaluados (Cuadro 2). Las concentraciones de toxicidad para plomo (Pb) y cadmio (Cd) según los criterios internacionales los niveles de Cd a 10 ppm y para Pb de 500 ppm, están dentro de los rangos de niveles tóxicos en cultivos agrícolas sembrados en suelos contaminados por enmiendas orgánicas u otros medios, según Bowie y Thornston (1985), como anormal hasta 30 ppm. Para plomo como anormal hasta ≥ 720 ppm.

Con respecto a los rendimientos de forraje de maíz, los valores de las medias estadísticas se presentan en el Cuadro 2. Los resultados de la serie de datos para plomo (Pb) y cadmio (Cd) en el experimento regado con agua residual mostraron diferencias estadísticas significativas. Los valores más altos se registraron en las plantas de maíz regadas con aguas residuales y una dosis de fertilización de 300-150-00 de nitrógeno y fósforo con valores de 57.6 y 20.9 mg kg^{-1} respectivamente.

En este mismo ensayo se observó los valores de Pb y Cd fueron siempre más altos en las parcelas regadas con agua residual que en aquellas que se regaron con agua de pozo. Las dosis de fertilización de nitrógeno y fósforo mostraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, los valores de cadmio y plomo (Cuadro 2) según los tratamientos, se observó que, tanto el nitrógeno como el fósforo, la concentración de estos elementos fue menor que los límites de toxicidad en todos los tratamientos. De acuerdo con los datos obtenidos por Pelaez *et al*., (2014), la concentración de Cd en la planta fue, se redujo según la parte de la planta en la siguiente secuencia: tallo, hojas y raíz, mostrando una gran movilidad de en la planta (Figura 2). Estos datos son diferentes a los obtenidos por Gigliotti *et al*. (1999) quienes no detectaron Cd en ningún tejido vegetal de la planta de maíz cultivado con composta de lodo residual en un suelo calcáreo. La concentración de Cd en hojas de maíz, considerado como el valor crítico es de 5 a 20 mg kg^{-1}, los cuales son valores más altos de los obtenidos en este experimento (Macnicol y Beckett, 1985).

Cabe mencionar que los efectos de los tratamientos de fertilización, así como los del factor relacionado con el tipo de agua de riego no son muy marcados en este primer año de

evaluación, y, sobre todo, los efectos combinados de la fertilización química más los aportes que haga el riego con agua residual. En la Figura 1 se observa que los valores de Pb fueron muy variables cuando el maíz fue regado con agua residual mostrando valores desde 29.2 mg kg^{-1} hasta de 57.6 mg kg^{-1} con las dosis de fertilización 200-50-00 y 300-50-00 de nitrógeno y fósforo, con una diferencia de 28.4 mg kg^{-1}. Por otra parte, los valores para este metal se mantuvieron más estables cuando el maíz fue regado con agua de pozo variando en 10.1 mg kg^{-1} entre los valores extremos.

En la Figura 2, se puede observar que hay otros tratamientos que no son estadísticamente diferentes al que mostró una mayor concentración de cadmio (Cd) los cuales tuvieron producciones similares a este, como los que se manejaron con dosis de fertilización de 100-50-00 y el de 300-00-00 de nitrógeno y fósforo con valores de 8.5 y 8.4 mg kg^{-1} de Cd respectivamente. En el Cuadro 2 y Figura 2 se observa que los valores de Cd fueron muy estables cuando el maíz fue regado con agua residual o de pozo, mostrando valores más altos de 9.1 mg kg^{-1} y de 5.9 mg kg^{-1} sin importar las dosis de fertilización con nitrógeno y fósforo, con diferencias mínimas. Por otra parte, los valores para este metal se mantuvieron más estables cuando el maíz fue regado con agua de pozo variando en 10.1 mg kg^{-1} entre los valores extremos.

Se observó que los valores obtenidos para Pb y Cd son bajos. La concentración de los metales pesados en los diferentes tratamientos aplicados no aumentó significativamente respecto a los valores obtenidos en el tratamiento testigo (00-00-00) de fertilización.

Cuadro 2. Valores de la concentración de plomo (Pb) y cadmio en la planta de maíz para los diferentes tratamientos de fertilización.

		Agua Residual		Agua de Pozo	
No. Trat.	Tratamiento	Pb	Cd	Pb	Cd
	Fertilización	----------mg kg^{-1}----------			
1	00-50-00	40.7 ab*	8.8 a	15.5 b	3.6 c
2	100-50-00	30.8 c	8.5 ab	15.4 b	4.4 b
3	200-50-00	29.2 c	8.2 ab	17.3 ab	5.1 ab
4	300-50-00	57.6 a	8.3 ab	20.9 a	4.0 bc
5	300-100-00	37.1 b	8.5 ab	15.3 b	4.6 b
6	300-150-00	38.4 b	9.1 a	19.8 a	5.6 a
7	300-00-00	43.2 ab	8.4 ab	20.5 a	5.9 a
8	00-00-00	42.1 ab	8.9 a	10.8 c	4.3 bc

Pb = plomo; Cd = Cadmio. *Los valores con la misma letra en la misma columna son estadísticamente Iguales. No existe diferencias significativas.

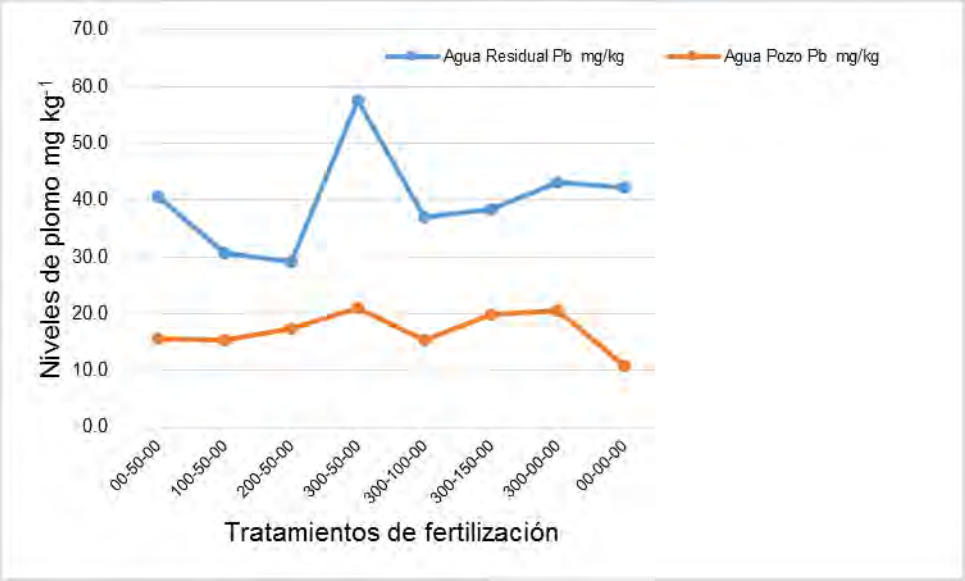


Figura 1. Valores del contenido de cadmio (Pb) en la planta de maíz despues de ser regado con aguas residuales y de pozo.

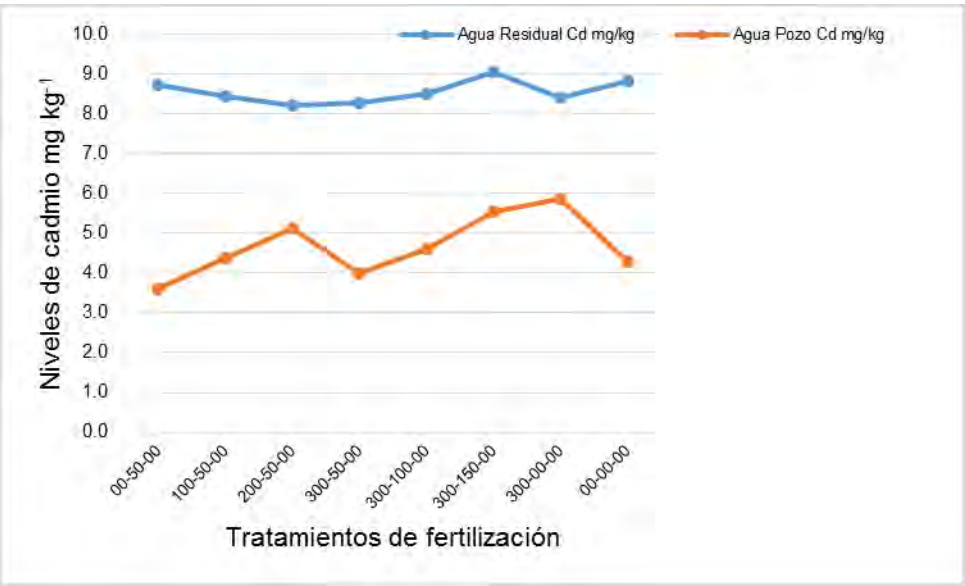


Figura 2. Valores del contenido de cadmio (Cd) en la planta de maíz después de ser regado con aguas residuales y de pozo.

CONCLUSIONES

1) Los metales pesados analizados en la planta de maíz, no presentan valores que superen los nibveles tóxicos. En el caso del Cd los valores hallados en la planta no se pueden considerar como valores críticos y en el caso del Pb, los niveles encontrados en la planta son infinitamente más bajos que los niveles de toxicidad para la planta de maíz.

2) La concentración de los metales asimilables en el suelo no mostró diferencias significativas entre los tratamientos con fertilizante mineral. Los resultados obtenidos indicaron que la cantidad de metales pesados aportados por el agua residual representa, en nuestras condiciones experimentales, ningún riesgo para el buen desarrollo del maíz y que los contenidos de estos en la planta no superaron el umbral de tolerancia que pudiera causar efectos tóxicos al ser consumidos por el ganado.

3) Las concentraciones de metales pesados asimilables en el cultivo de maíz, presentaron en ningún caso diferencias significativas entre los tratamientos con fertilización química sin detectar alguna tendencia clara por efecto de los tratamientos fertilizante mineral.

BIBLIOGRAFÍA

Bowie S. y Thornton, N. 1985: Environmental Geochemistry and Health. Kluwer Academic Publ., Hingham. MA. En: www.ehu.es/sem/ macla_pdf/macla10/Macla10_48.pdf; consulta: abril, 2014.

El Siglo de Torreón (2014) Paradigmas del agua. https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/958475.paradigmas-del-agua.html; consulta: abril, 2014.

Gigliotti G.; Businelli D. y Guiusquiani P. (1999). Compostion changes of soil humus after massive applications of urban waste compost: a comparison between FT-IR spectroscopy and humification parameters. Nutr. Cycl. Agroec. 55, 23-28.

Macnicol R.D. y Beckett P.H.T. (1985). Critical tissue concentrations of potentially toxic elements. Plant Soil. 85, 107-129.

Peláez P. M., Fanor Casierra-Posada, F., Torres, R. G. A. 2014. Toxicidad de cadmio y plomo en pasto tanner brachiaria arrecta. Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia. Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. 31 (2): 3 – 13.

Prieto M. J., González R. C. A., Román G. A. D., Prieto G. F. 2009. Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 10, núm. 1, 2009, pp. 29-44

IMPACTO DEL RODILLO REHABILITADOR DE AGOSTADEROS SOBRE EL CONTENIDO DE NITRÓGENO Y FÓSFORO EN LA CUENCA MEDIA DEL RIO NAZAS

Maria del Rosario Jacobo-Salcedo [1*], Gerardo Esquivel Arriaga[1], Ignacio Sánchez Cohen[1], Palmira Bueno Hurtado[1]

INIFAP, CENID RASPA, Km. 6.5 Margen Derecho Canal Sacramento. 35140. Gómez Palacio, Dgo.
e-mail: jacobo.rosario@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las actividades productivas que poseen poca planeación o desconocimiento sobre las prácticas de conservación son una amenaza por el efecto de estas sobre la degradación de los recursos naturales. La erosión del suelo es el principal problema que se presenta en los terrenos que tienen un grado de inclinación mayor, como son las tierras de ladera. Particularmente en la agricultura de ladera, se presenta el problema de degradación del suelo por erosión hídrica, por la disminución de la cubierta vegetal lo que aumenta el efecto de los agentes naturales de la erosión. Este tipo de agricultura obtiene resultados, rendimientos e ingresos bajos y la calidad del suelo continúa disminuyendo. La pérdida de la capa arable disminuye la productividad del suelo y aumenta el riesgo de los cultivos asociado a la sequía, hasta el grado de hacer improductiva a la ladera (Camas *et al*., 2012).

La erosión hídrica en un proceso que consiste en el desprendimiento, transporte y depósito de las partículas del suelo ocasionada por la lluvia; el mecanismo inicia con el movimiento y choque de las gotas de lluvia. Una vez que la capacidad de infiltración y de almacenamiento superficial está saturada se da inicio al escurrimiento, arrastrando las partículas sueltas y el evento concluye cuando se deposita el material erosionado, también llamado sedimento (Chanson, 2004). La disturbación que se ocasiona en el ambiente por la erosión del suelo se relaciona con factores como el depósito de partículas primarias en el suelo, disminución de la fertilidad y afectaciones a la hidrología de una cuenca, lo que provoca inundaciones y problemas en la ecología de los ecosistemas existentes (Vanmaercke *et al*., 2011).

Dentro de las problemáticas que se generan por la erosión hídrica están las pérdidas progresivas de suelo, nutrientes y agua. La pérdida de algunos nutrientes puede a su vez propiciar una condición de contaminación por su acumulación y/o lixiviación. La potencialidad de las áreas agrícolas y forestales como origen de la contaminación dependerá a su vez de otros factores tales como: topografía y climatología de la zona, características edáficas, uso y manejo del suelo (Bienes *et al*,, 2010).

Los sedimentos juegan un importante papel al controlar la proporción y cantidad entre fósforo (P) soluble y particulado en el agua de escorrentía. La dinámica y dirección del intercambio entre ellos depende de complejas interacciones lluvias-escorrentía-sedimento, de la intensidad y duración de la lluvia, del volumen de lluvia, del tamaño del sedimento en suspensión y de su cantidad, del contenido en P, del índice de adsorción de P y de la concentración de P soluble en escorrentía (Troitiño, 2011). La movilidad del nitrógeno y el fósforo de los suelos a las fuentes de agua está controlada por varios procesos como lo son la erosión, lixiviación y vías hidrológicas de transporte (flujo superficial, subsuperficial y subterráneo). A la vez que algunos factores a nivel de cuenca, como pendiente, proximidad a la red de drenaje y textura y estructura del suelo, junto con elementos relacionados con el uso del suelo, como el tipo de laboreo y las aplicaciones de fertilizantes (Heathwaite y Dils, 2000). Es posible considerar que los principales medios de salida del fósforo de las cuencas son el escurrimiento y la erosión (Rodriguez *et al*. , 2010; Sharpley *et al*., 1994).

La pérdida de nutrientes, está directamente relacionada a la precipitación y la escorrentía, esos son un ejemplo de dicha interdependencia. En el caso del fósforo (P) y nitrógeno (N), que está relacionado con la fase sólida (sedimento), las perdidas por escorrentía están vinculadas a la pérdida del suelo. En consecuencia, los aspectos económicos del control de nutrientes suelen estar en relación con el costo que representa el control de la escorrentía y la perdida de suelo (FAO, 2013). Las tierras agrícolas son muy susceptibles a la pérdida de nutrientes hacia las aguas superficiales y subterráneas. Esto se debe a que es habitual la erosión dado que se encuentran sin cubierta vegetal protectora y también porque son frecuentes las labranzas. El impacto ocasionado sobre las aguas producto del uso intensivo del suelo puede ser muy amplio, desde enriquecimiento con materia orgánica y nutrientes hasta contaminación con desechos industriales y domésticos (Geraldi, 2011).

Habitualmente ha sido reconocido que el proceso de erosión es selectivo con algunos componentes físicos del suelo. La erosión tiende a remover las partículas más pequeñas y livianas de la superficie del suelo. Los nutrientes absorbidos son transportados principalmente para la materia orgánica y las partículas más finas del suelo. Esta selectividad a menudo causa que los sedimentos erosionados muestren diferentes características físicas y químicas con respecto al suelo del que se han originado (Oyarzun, 1994).

El área considerada en este trabajo se ha monitoreado desde hace algunos años, midiendo los escurrimientos generados por las lluvias y por lo tanto los índices de erosión hídrica de la región; sin embargo, no se ha evaluado la dinámica del fósforo y nitrógeno como elementos

importantes en el grado de fertilidad de un suelo. Adicionalmente, este trabajo busca medir el impacto que tiene el paso del rodillo mecánico rehabilitador de agostaderos sobre la perdida de suelo, materia orgánica y nutrientes (nitrógeno y fósforo).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en una cuenca experimental en la parte media de la cuenca del río Nazas dentro de la región hidrológica No. 36 en el estado de Durango. La cuenca experimental tiene una superficie de 158 ha con una amplia variabilidad biofísicas.

Como etapa inicial se estableció un área experimental dentro de la cuenca con 34 sitios de muestreo considerando 17 en suelos naturales sin disturbación y 17 en suelos que sufrieron el paso de un rodillo mecánico rehabilitador de agostaderos que busca hacer áreas de pastoreo libres para el ganado. El muestreo realizado se realizó en la región seleccionada para realizar pruebas de simulación de lluvia en ambas condiciones.

La muestra colectada se secó al aire, posteriormente se procedió a su molienda t tamizado a el nivel de partícula indicado por el método. Las muestras de suelo se analizaron para nitrógeno y fósforo siguiendo la NOM-021-SEMARNAT-2000, con los métodos de Nitrógeno Kjeldahl y Fósforo Olsen. Se realizó un análisis estadístico empleando el software SPSS para realizar una prueba T Student de la información generada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cambio de uso de suelo ha impactado en los ecosistemas, sin lugar a duda una de las problemáticas que se presenta recurrentemente en zonas áridas o semiáridas es el uso de terrenos naturales para la producción agrícola o el pastoreo del ganado, produciendo una deforestación de gran importancia. En el caso de la cuenca de estudio, presenta modificaciones importantes por el manejo de la superficie para el pastoreo, la erosión que se presenta por el escurrimiento de la lluvia tiene mayores índices de daño ya que se pierde suelo y colateralmente los nutrientes ubicados en ellos.

La pérdida de nutrientes depende de la cantidad de suelo erosionado, la concentración inicial de nutrientes y la cantidad de lluvia. La cuantificación de nutrientes, nitrógeno y fósforo, en condiciones naturales y en suelos que tuvieron el paso de los rodillos rehabilitadores de agostaderos tuvo como objetivo medir la posible pérdida de nutrientes a razón de la lluvia o erosión hídrica.

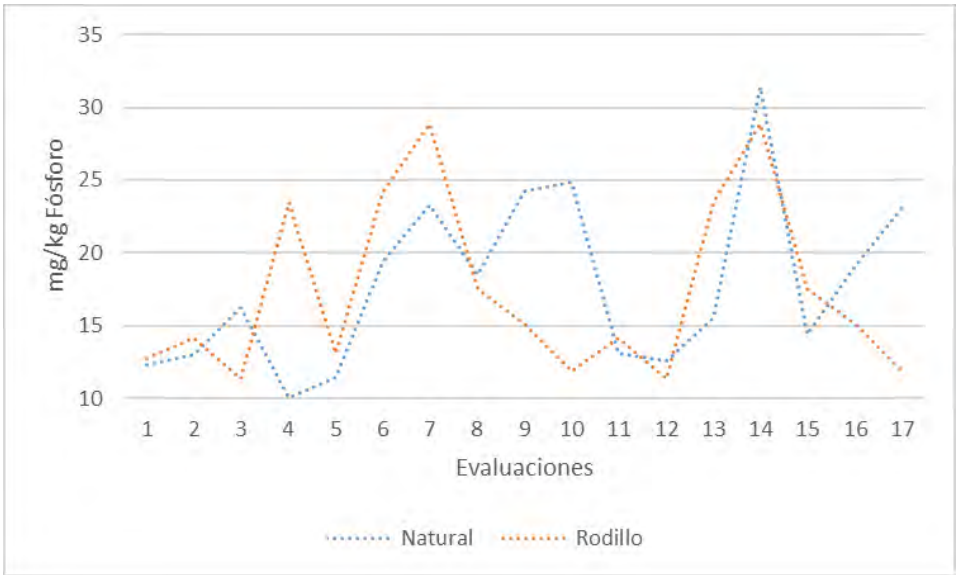


Figura 1. Cuantificación de Fósforo.

Las concentraciones de fósforo en suelos naturales y aquellos que tuvieron el manejo de los rodillos (Figura 1) presentan un comportamiento similar donde las oscilaciones de los contenidos de fósforo son propiamente debido a la naturaleza del terreno. Se observó una mayor concentración de fósforo en condiciones naturales con una media de 18.65 mg kg^{-1} en comparación con el suelo removido de 16.23 mg kg^{-1}, estos valores no reflejan una diferencia estadística significativa (t=1.082, g.l.=29, P=0.288).

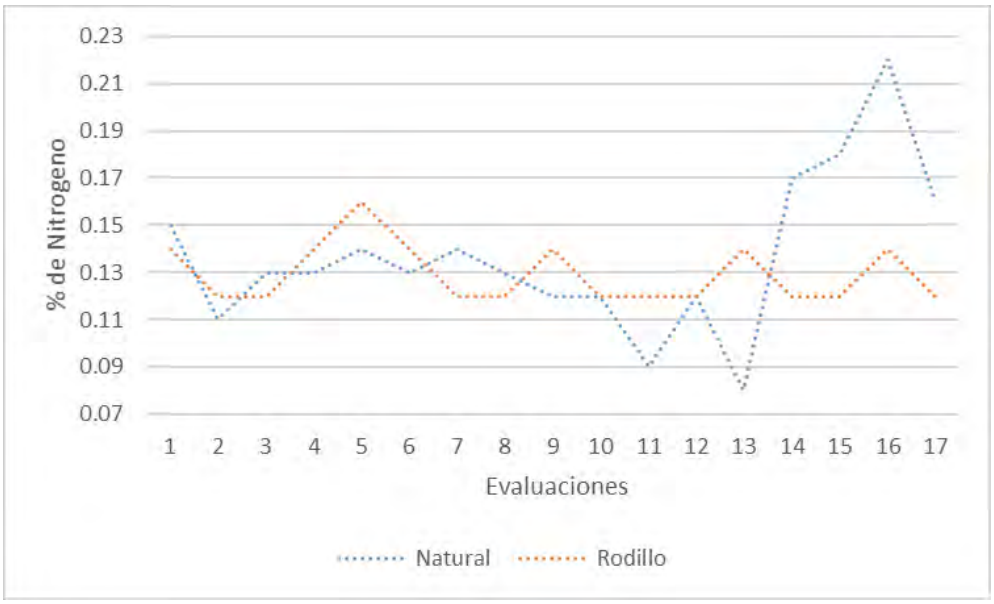


Figura 2. Contenido de Nitrógeno

Las concentraciones de nitrógeno en suelos naturales y aquellos que tuvieron el manejo de los rodillos presentan un comportamiento similar (Figura 2); sin embargo, las mediciones realizadas en suelo trabajado con el rodillo poseen concentraciones más homogéneas de nitrógeno donde la desviación estándar en el caso de rodillo es de 0.016 y en condición natural es de 0.035. Se observó una mayor concentración de nitrógeno en condiciones naturales con una media de 0.135 % en comparación con el suelo removido de 0.128 %, estos valores no reflejan una diferencia estadística significativa (t=0.657, g.l.=29, P=0.516). Los resultados observados muestran una clara tendencia a manifestar la perdida de estos nutrientes por efecto de la erosión; sin embargo, estas diferencias no presentan diferencia estadística por el momento.

Los resultados mostrados coinciden con los reportados en Chiapas, México en el que se evaluaron tres diferentes formas de manejo en ladera, estos resultados indican que el contenido de nitrógeno en forma de nitratos y nitritos fue mayor en el agua de escurrimiento, y para fósforo total en el sedimento. Se considera que las implicaciones negativas en el rendimiento y en la contaminación del manto freático ya que indica que incluso cuando un sistema de conservación permita disminuir la perdida de suelo, existe cierta cantidad de nutrimentos en el agua escurrida que se transporta a las cuencas bajas (Camas *et al*., 2012).

CONCLUSIONES

Las regiones donde se pierde la mayor cantidad de suelo presentan por consecuencia natural la pérdida de estos elementos, los cuales son los más susceptibles a modificaciones y como consecuencia en el potencial para producir forrajes en los agostaderos. Los resultados obtenidos delimitan una variación conforme a la disminución de nitrógeno y fósforo en los suelos que han sido trabajados con los rodillos de rehabilitación en la cuenca. Las superficies que han sido removidos presentan menor concentración de estos nutrientes y por lo tanto mayor susceptibilidad a la pérdida de su potencial productivo.

BIBLIOGRAFÍA

Bienes, R., Ruiz, M., y Marques, M. J. (2010). Pérdida de suelo, fósforo y materia orgánica por erosión hídrica en parcelas revegetadas con matorral autóctono bajo clima semiárido. *Revista de Ciências Agrárias*, *33*(1), 58–69. Retrieved from http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2010000100007&lng=pt&nrm=iso&tlng=es

Camas Gómez, R., Turrent Fernández, A., Cortes Flores, J. I., Livera Muñóz, M., González Estrada, A., Villar Sánchez, B., … Cadena Iñiguez, P. (2012). Erosión del suelo, escurrimiento y pérdida de nitrógeno y fósforo en laderas bajo diferentes sistemas de manejo en Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *3*(2), 231–243.

Chanson, H. (2004). *Environmental hydraulics for open channel flows.* (Elsevier.).

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

Geraldi, A. M. (2011). Determinación de Cargas de Nitrógeno y Fósforo en cuencas Hidrográficas Pampeanas. *Contribuciones Cientificas GAEA*, *23*, 121–130.

Heathwaite, A. L., & Dils, R. M. (2000). Characterising phosphorus loss in surface and subsurface hydrological pathways. *Science of the Total Environment*, *251*, 523–538.

Oyarzun, C. (1994). Características físicas y químicas de los sedimentos erosionados desde suelos con plantaciones forestales. *Bosque*, *15*(2), 31–38. Retrieved from http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v15n2/art05.pdf

Rodriguez Blanco, M. L., Taboada Castro, M. M., Palleiro Suarez, L., y Taboada Castro, M. T. (2010). Efecto de la escorrentía sobre la carga de sedimentos en suspensión y fósforo en un arroyo de cabecera de una cuenca rural (NO España). *Revista de Ciências Agrárias*, *33*(1), 329–333.

Sharpley, A. N., Chapra, S. C., Wedepohl, R., Sims, I. T., Daniel, T. C., & Reddy, K. R. (1994). Managing Agricultural Phosphorus for Protection of Surface Waters: Issues and Options. *Environmental Issues*, *451*, 437–451.

Troitiño Rey, F. (2011). *Riesgo de pérdidad de P en los Suelos cercanos a los embalses de Fervenza y Portodemouros*. Universidad de Santiago de Compostela.

Vanmaercke, M., Poesen, J., Maetens, W., Vente, J. De, & Verstraeten, G. (2011). Sediment yield as a deserti fi cation risk indicator. *Science of the Total Environment*, *409*, 1715–1725. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.01.034

APLICACIÓN DE AGUA RESIDUAL TRATADA DE LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU EFECTO EN GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE ALFALFA

Cristina García-González[a], Alejandro Moreno-Reséndez[a*], José L. Reyes-Carrillo[a], Uriel Figueroa-Viramontes[b]

[a]Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Posgrado en Producción Agropecuaria, Periférico Raúl López Sánchez $^{S}/_{N}$, Colonia Valle Verde, C. P. 27054, Torreón, Coahuila, México.
[b]INIFAP, Campo Experimental La Laguna, Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Centro. C. P. 27440, Matamoros, Coahuila, México.
* Autor para correspondencia: alejamorsa@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La conservación del agua está ganando importancia debido a que es el gran motor de vida y desarrollo de la humanidad, de su cuidado y uso eficiente depende el presente y el futuro de la humanidad (SEMARNAT, 2013).

En relación a lo anterior, la agricultura es la actividad que consume más agua con 63,600 x 10^6 m^3• $año^{-1}$, que representa el 76.3% del total extraído (CONAGUA, 2017). Es muy complicado cultivar en un medio árido sin contar con agua para riego (González *et al.*, 2013), a pesar de esto, la Comarca Lagunera ocupa el primer lugar nacional en producción de forrajes en superficies irrigadas con más de 110 mil hectáreas de forrajes, el 44% corresponde a la siembra de alfalfa (SIAP-SAGARPA, 2016), que es la leguminosa forrajera más cultivada en el mundo (Mahawar y Akhtar, 2016).

Por lo tanto, el uso de fuentes de agua no convencionales para el riego de cultivos en zonas áridas es una práctica que aumenta día a día en áreas donde el agua, para este fin, es escasa (Hernández-Acosta *et al*., 2014). No se debe ignorar el potencial de uso del agua generadas en sectores urbanos e industriales (Winpenny *et al*., 2013). Una fuente potencial es el agua residual tratada de las industrias textiles, debido a la naturaleza de sus operaciones requieren un grandes volúmenes de agua, de hasta 3000 m^3• d^{-1} (Karci, 2014), generando grandes volúmenes de aguas residuales (Hassan *et al.*, 2013; Mahawar y Akhtar, 2016), constituyendo una parte importante del total de efluentes industriales a escala mundial (Ghaly *et al.*, 2014), debido a estas condicionantes, los agricultores en las cercanías de las industrias textiles consideran que estos efluentes pueden transformarse en una fuente rentable de riego (Pokhriya *et al*., 2017).

En México se cuenta con 195 empresas textiles, siendo Torreón la quinta ciudad del país con mayor producción de este rubro (INEGI, 2011) colocando a este efluente como una fuente potencial de riego. Sin embargo, este tipo de efluentes contienen metales pesados, que afectan la germinación de la semilla de alfalfa (Aydinalp y Marinova, 2009; Rehman *et al.*, 2009) e

inhiben el crecimiento de la planta y el rendimiento debido a una menor absorción de agua y nutrientes (Jadoon *et al.*, 2013). Considerando las ventajas y desventajas de los efluentes textiles, el presente estudio tiene por objetivo evaluar si el agua residual textil tratada puede utilizarse como agua de riego para alfalfa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica. El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, con una Latitud 24° 22‘ Norte y longitud 102° 22‘ Oeste, a una altitud 1,120 msnm. Se desarrolló a temperatura ambiente (He *et al.*, 2017) durante el periodo enero-abril del 2018.

Toma de muestra en planta tratadora de agua de la Industria Textil y de pozo agrícola. El efluente textil tratado utilizado en el presente estudio fue recolectado de la planta tratadora Apparel International ubicada en Torreón, Coahuila, bajo los lineamientos que marca la norma NMX-AA-051- SCFI-2001 (SE 2001), así como la obtención de la muestra del agua de pozo de uso agrícola considerado como testigo, seleccionado el pozo 950 localizado en el ejido La Rosita del municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

Pureza de la semilla. Se realizaró un análisis físico a las semillas de alfalfa para determinar su calidad, empleando el procedimiento establecido por Moreno (1984).

Índice de germinación. Se emplearon semillas de alfalfa variedad *Cuf 101*, se sumergieron en una solución de formaldehído/agua destilada (v/v) al 3% durante cinco minutos para evitar contaminación por hongos, después se lavaron con agua destilada (Aydinalp y Marinova, 2009). Para la prueba de germinación se colocaron 10 semillas en cada caja Petri con papel filtro Watman® No. 40 (Rekik *et al.*, 2016), se humedeció con 10 mL de agua destilada para control y el testigo con agua de pozo, y con la misma cantidad de efluente textil tratado con agua destilada al 25, 50, 75 y 100% (Nath *et al.*, 2007; Wins y Murugan, 2010), éstas se colocaron en una incubadora (Seedburo Equipment®) a 20 °C, durante 14 días (Cano *et al*., 2011; Emino y Warman, 2004) al concluir se registró la longitud de la raíz de las plántulas de cada tratamiento y repetición (Rehman *et al.*, 2009).

Cada tratamiento se replicó cinco veces y se empleó un diseño completamente al azar (Emino y Warman, 2004).

Cultivo de alfalfa. Se utilizaron macetas de plástico con capacidad de 10 kg con suelo franco-arcilloso, se sembraron 10 semillas de alfalfa (Hassan *et al.*, 2013). Se realizaron riegos de 250 mL• maceta^{-1}• día^{-1} (Hassan *et al.*, 2013; Rehman *et al.*, 2009) con agua destilada, de pozo así como las diluciones del efluente textil con agua destilada al 25, 50, 75 y 100% (Rehman *et al.*,

2009) con cinco repeticiones de cada una, obteniendo así 30 unidades experimentales, distribuidas en un diseño experimental completamente al azar.

Planta: los cortes de forraje se efectuaron cuando el cultivo obtuvo un estado fenológico al 10% de flor, (Quiroga-Garza y Faz-Contreras, 2005), registrando la altura de planta con una regla graduada en centímetros, enseguida se cortó el área foliar al ras del suelo y con cuidado se extrajo la raíz, la cual se lavó con agua destilada, y también se determinó su longitud (García-Gallegos *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de germinación

Los datos presentados en la Cuadro 1 revelaron el efecto de efluente residual textil en la germinación de la semilla de alfalfa. La germinación se estimuló con las diferentes dosis de efluente aplicado, el máximo índice se observó en el tratamiento al 25 % y el mínimo en el control de agua de pozo; resultados similares reportaron Mhawar y Akhtar (2016) y Wins y Murugan (2010) destacando que al 25 % de concentración presentaba un efecto de promoción del crecimiento en la germinación del frijol negro. Sin embargo, los resultados no muestran diferencia estadística con el tratamiento al 100 %, eso significa que el índice de germinación de las semillas está casi inhibido al aumentar la concentración como lo indica Begum *et al.* (2010) y Hassan *et al.* (2013), quienes encontraron un mayor índice de germinación en tratamientos con efluente textil tratada con respecto al control y esto concuerda con lo reportado por Rehman *et al.* (2009) quienes concluyeron que el efluente textil tratado no tiene efectos nocivos sobre la germinación de las semillas de diferentes hortalizas, debido a la tolerancia que presentan ciertas semillas a la presencia de metales pesados (Aydinalp y Marinova, 2009).

La longitud del tallo (cm) se aprecia en el Cuadro 2, y los resultados fueron estadísticamente igual para todos los tratamientos, lo cual concuerda con lo establecido por Hassan *et al.* (2013) y Rekik *et al.* (2016), quienes señalan que el frijol verde y la alfalfa obtuvieron la misma altura en el control y en las plantas regadas con el efluente residual tratado. Aunque se tiene el reporte de Rehman *et al.* (2009) que consideran que los efluentes industriales tienen varios compuestos químicos orgánicos e inorgánicos que pueden mostrar efectos perjudiciales sobre el desarrollo de la planta, por lo tanto una opción viable es la dilución de agua textil (Hassan *et al.*, 2013), tal como se realizo en el experimento.

Cuadro 1. Efecto del efluente textil en la germinación de alfalfa

Tratamiento	Índice de germinación (%)
25%	103.50 ±7.8270[a]
50%	77.02±5.3323ª
75%	94.30±7.7151ª
100%	96.10 ±6.0303ª
Pozo	77.02±3.7789ª

Las medias con las mismas letras dentro de una misma columna son estadísticamente iguales (Prueba de Tukey P ≤ 0.05).

Cuadro 2. Efecto del efluente textil en la longitud del tallo de alfalfa

Tratamiento	Longitud de tallo (cm)
Destilada	22.34±1.286[a]
25%	25.38±1.416ª
50%	25.80±1.425ª
75%	27.00±1.264ª
100%	28.06±1.206ª
Pozo	25.99±1.222ª

Las medias con las mismas letras dentro de una misma columna son estadísticamente iguales (Prueba de Tukey P ≤ 0.05).

El Cuadro 3, representa la longitud promedio de la raíz (cm), y se observó que la longitud de la raíz en el tratamiento con solo agua tratada textil superó hasta en un 50 % la longitud alcanzada por los tratamientos control. Estos resultados son similares a los encontrados por Aydinalp y Marinova (2009), donde la exposición a efluentes contaminados aumentaron la longitud de la raíz en más de 100 %, y de la misma manera Rehman *et al.* (2009) encontró que la raíz del rábano, regado con agua residual textil, mejoró su longitud, superando al control. Esto se puede deber a que el uso de tales aguas residuales tratadas en el sistema de riego definitivamente proporciona algunos nutrientes que estimulan el crecimiento radicular (Yasmin *et al.,* 2011), aunque esto no concuerda con lo recomendado por Ivy *et al.* (2015) quienes reportan que a mayor del 25 % del efluente textil hay inhibición del crecimiento radicular en el frijol verde.

Cuadro 3. Efecto del efluente textil en la longitud de la raíz de alfalfa (cm)

Tratamiento	Longitud de la raíz (cm)
Destilada	29.37±1.730[a]
25%	27.77±2.011ª
50%	27.90±1.864ª
75%	29.42±1.512ª
100%	46.50±1.1632[b]
Pozo	31.13±1.336ª

Las medias con las mismas letras dentro de una misma columna son estadísticamente iguales (Prueba de Tukey P ≤ 0.05).

CONCLUSIONES

El efluente textil tratado es una posible alternativa para riego de alfalfa en la región, pues se ha demostrado que no afecta en la germinación ni en el desarrollo del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Aydinalp, C. y S. Marinova. 2009. The effects of heavy metals on seed germination and plant growth on alfalfa plant (*Medicago sativa*). Journal Agricultural Science 15, 347-350.

Begum, S., M. Alam, S. Rahman y M. Rahman. 2010. Effect of industrial effluents on the germination and seedling growth of three leafy vegetables. Bangladesh journal of scientific and industrial research 45, 101-104.

Cano, P., U. Figueroa, J. M. Cruz, I. A. Araiza y A. Moreno. 2011. Determinación del requerimiento de lavado y fitotoxicidad en compostas y sustratos para la producción en invernadero. En: *Agricultura orgánica, cuarta parte.* En: M. (Fortis, E. Salazar, J. Dimas y P. P.) (eds.) Universidad Juárez del estado de Durango. México No. pp. 319-332, México.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) , 2018 Usos del agua en México. [en línea] https://www.gob.mx/conagua/acciones-y- programas/usos-del-agua 31/05/18.

Emino, E. R. y P. R. Warman. 2004. . Biological assay for compost quality. Compost Science and Utilization 12 4, 342-348.

Ghaly, A. E., R. Ananthashankar, M. Alhattab y V. V. Ramakrishnan. 2014. Production, characterization and treatment of textile effluents: A critical review. Chemical Engineering and Process Technology, 51-18.

García-Gallegos, E., E. Hernández-Acosta, E. García-Nieto y O. Acevedo-Sandoval. 2011. Contenido y traslocación de plomo en avena (*Avena sativa*, l.) y haba (*Vicia faba*, l.) de un suelo contaminado. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 17, 19-29.

González, J. L., Villa, M., Catalán, E. A., González, G. y Inzunza, M. A. 2013. Geografía de la calidad del agua subterránea para riego en la Comarca Lagunera: conductividad eléctrica. . AGROFAZ, 13**,** 119-124.

Hassan, J., M. Z. U. Kamal y M. Z. Alam. 2013. Impact of textile dyeing effluents on germination and seedling stage of country bean (*Lablab niger var.* Typicus). Int. Res. Earth Sci. 11-9.

He, H., Z. Dong, J. Pang, G. Wu, J. Zheng y X. Zhang. 2017. Phytoextraction of rhenium by lucerne (*Medicago sativa*) and erect milkvetch (astragalus adsurgens) from alkaline soils amended with coal fly ash. Science of the Total Environment 630, 570–577.

Hernández-Acosta, E., E. Quiñones-Aguilar, D. Cristóbal-Acevedo y J. Rubiños-Panta. 2014. Calidad biológica de aguas residuales utilizadas para riego de cultivos forrajeros en Tulancingo, Hidalgo, México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 90-100.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2011. Estadísticas a propósito de la industria del vestido. [en línea] internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod.serv/.../Vestido.pdf 04/11/17.

Ivy, N., M. K. Hossain y M. Hossain. 2015. Effects of industrial effluents on germination and early growth of selected agricultural crops. Journal of Agronomy 14, 43-48.

Jadoon, I. B. K., S. Ali, Q. B. K. Jadoon, M. B. Shakoor, S. A. Bharwana y M. A. Farooq. 2013. Effects of irrigation with waste water from different industries on vegetables grown in vicinity of faisalabad, Pakistan. International Research Journal of Plant Science 4, 144-148.

Karci, A. 2014. Degradation of chlorophenols and alkylphenol ethoxylates, two representative textile chemicals, in water by advanced oxidation processes: The state of the art on transformation products and toxicity. Chemosphere 99, 1-18.

Mahawar, P. y A. Akhtar. 2016. Impact of dye effluent on growth and chlorophyll content of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Annals of Plant Sciences 5, 1432-1435.

Moreno, E. Analisis físico y biologíco de semillas agricolas. 1984. Universidad Nacional Autónoma del Estado de México. Pag. 383.

Pokhriya, P., D. Punetha, K. Arunachalam y A. Arunachalam. 2017. Can we use textile effluent as a source of irrigation: A case from bhagwanpur, uttarakhand (india). International Journal of Applied Environmental Sciences 12, 527-540.

Nath, K., D. Singh y Y. Sharma. 2007. Combinatorial effects of distillery and sugar factory effluents in crop plants. Journal of Environmental Biology 28577-28582.

Quiroga-Garza, H. y R. Faz-Contreras. 2005. Incremento de la eficiencia en el uso del agua por la alfalfa mediante la suspensión de riegos en el verano. Terra Latinoamericana 26, 111-117.

Rehman, A., H. N. Bhatt y H. R. Athar. 2009. Textile effluents affected seed germination and early growth of some winter vegetable crops: A case study. Water Air Soil Pollution 198, 155–163.

Rekik, I., Z. Chaabane, A. Missaoui, C. Bouket, L. Luptakawa y L. Elleuch. 2016. Effects of untreated and treated wastewater at the morphological, physiological and biochemical levels on seed germination and development of sorghum (*Sorghum bicolor* (l.) *Moench*), alfalfa (*Medicago sativa* l.) and fescue (*Festuca arundinacea schreb*.). J. of Hazardous Materials 1-28.

SE (2001). Norma Oficial Mexicana NMX-AA-051-SCFI-2001. Análisis de agua - determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - método de prueba. Secretaría de Educación. Diario Oficial de la Federación. 25 de marzo de 1980.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. La comarca lagunera, primer lugar en producción de leche, carne de ave y forrajes [en línea]. http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/regionlagunera/boletines/Paginas/2016B071.aspx 28/08/17.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2013. Programa nacional hídrico 2014-2018. [en línea] https://www.gob.mx/conagua/...programas/programa-nacional-hidrico-pnh-2014-2018 05/11/17.

Winpenny, J., I. Heinz y S. Koo-Oshima. 2013. Reutilización del agua en la agricultura: ¿beneficios para todos? [en línea] http://www.fao.org/docrep/017/i1629s/i1629s.pdf 21/09/17.

Wins, J. A. y M. Murugan. 2010. Effect of textile mill effluent on growth and germination of black gram *Vigna munga* (L.) hepper. International Journal of Pharmaceutics 11-7.

DETECCIÓN DE CANTIDAD DE USUARIOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL [clima]INIFAP

Mario. P. Narváez Mendoza*, Luis Antonio González Jasso*, Miguel Angel González González*, Noé Chávez Sánchez y Arturo Corrales Suastegui**

*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
**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Delicias, Km. 2 Carretera Delicias-Rosales, Centro, Cd. Delicias, Chihuahua.

INTRODUCCIÓN

La superficie cultivada a nivel mundial es aproximadamente de 1,527 millones de hectáreas (FAO, 2011), de las cuales, el 19.7 % corresponde a la agricultura de riego. En México, las grandes zonas agrícolas se ubican en las zonas áridas y semiáridas que requieren del uso de tecnología eficiente para determinar los requerimientos hídricos de los cultivos, además de conocer el comportamiento del clima de forma precisa para tomar decisiones. Lo anterior es consecuencia de que dichas zonas agrícolas son vulnerables a los efectos de la variabilidad climática, el cambio climático y a los fenómenos climatológicos extremos como ciclones, heladas, sequías, etc. (Flores-Gallardo *et al*., 2014). Por lo tanto, los cambios en los patrones climáticos actuales por efectos del cambio climático demandará el uso frecuente de herramientas para conocer con mayor certidumbre la respuesta de los cultivos en condiciones contrastantes (Flores-Gallardo *et al*., 2013). El uso de los sistemas computacionales basados en sistemas de apoyo en la toma de decisiones, provee información oportuna y una asistencia a los usuarios que puede generar una diferencia significativa en la eficiencia, costos de producción e impacto ambiental en las empresas y en el caso de la agricultura mediante la calendarización del riego y protección contra heladas en cultivos de altos costos (Diak *et al*., 1998). Por lo tanto, la aplicación [Clima]Inifap es una excelente herramienta para proveer datos climáticos a los usuarios (productores, técnicos, tomadores de decisiones y público en general), debido a que la aplicación provee datos muy relevantes para diversas áreas, es importante detectar la cantidad de usuarios de la aplicación para caracterizar y visualizar las necesidades que tienen cada uno de ellos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos del INIFAP, se llevó acabo en el período de 1 de Enero del 2017 al 30 de junio del 2018 un análisis estadístico utilizando Google Analytics (Alhlou *et al*., 2016), para llevar acabo el conteo de usuarios que utilizan [Clima]Inifap a nivel nacional y por estado de la República Mexicana. Primero 1) Se obtuvo el reporte del

número de usuarios por Estado de la república y con estadística básica se analizaron los datos 2) adicionalmente se generaron gráficas con los datos arrojados por el reporte por medio del Software Excel, mediante estadística básica para obtener el número total de usuarios, el porcentaje o proporción del número total de usuarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clima Inifap

En base a los datos que arrojo el reporte de Google Analytics, se obtuvo que el número total de usuarios de la República Mexicana del orden de 4685. La entidad federativa que más registró usuarios fue La Ciudad de México con 945, y la entidad que menos usuarios registró fue Campeche con 2 (Figura 2). Por otro lado los datos visualizan que se tienen que hacer esfuerzos por desarrollar estrategias de difusión, para involucrar a los usuarios de otros estados del país, en el uso de tecnología móvil con aplicaciones como Clima INIFAP.

Figura 1. Aplicación móvil Clima INIFAP[1].

[1] La descarga e instalación de la aplicación, disponible en Google Play ®

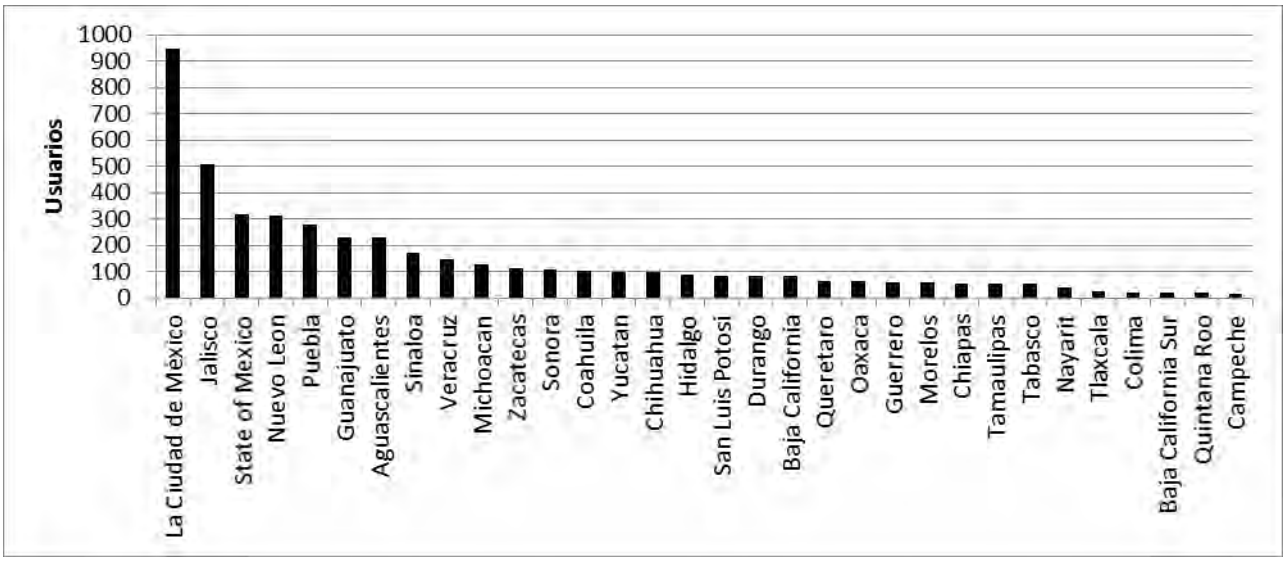


Figura 2. Número de usuarios por estado de la República Mexicana que utilizan [Clima]INIFAP.

CONCLUSIONES

- La cantidad de usuarios es importante, aunque no se tiene una estrategia de difusión de la aplicación [Clima]Inifap.
- Se entiende que el entidad del país con mayor cantidad de usuarios es la Ciudad de México, ya que tomadores de decisiones se encuentran concentrados en ese territorio.
- La menor cantidad de usuarios es Campeche, y por consiguiente se tienen que tomar estrategias de difusión de la App en ese territorio del país, de manera que pueda ser dada a conocer sus ventajas.
- Es altamente probable que la futura atracción de un mayor número de usuarios traerá consigo la necesidad de una mayor cobertura de estaciones agroclimáticas en el país, y por ende una mayor cantidad de información en los antedichos sectores socioeconómicos.

BIBLIOGRAFÍA

Alhlou F., Asif S., y Fettman E. 2016. Google Analytics Breakthrough: From Zero to Business Impact,ISBN: 978-1-119-14401-4.

Diak G. R., Anderson M. C., Bland W. L., Norman J. M., Mecikalski J. M., y Aune R. M. 1998. Agricultural management decision aids driven by real-time satellite data. Bulletin of the American Meteorological Society 79(7): 1345-1355.

Flores-Gallardo H., Ojeda-Bustamante W., Flores-Magdaleno H., Sifuentes-Ibarra E. y Mejía-Sáenz E. 2013. Simulación del rendimiento de maíz (Zea mays L.) en el norte de Sinaloa usando el modelo AquaCrop. Agrociencia 47(4): 347-359.

Flores-Gallardo H., Sifuentes-Ibarra E., Flores-Magdaleno H., Ojeda-Bustamante W., y Ramos-García C. R. 2014. Técnicas de conservación del agua en riego por gravedad a nivel parcelario. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5(2): 241-252.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2011. The state of the world‘s land and water resources for food and agriculture (SOLAW) - managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London. 294 p.

SEGUIMIENTO A LOS USUARIOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL APPCLIMA

Mario. P. Narváez Mendoza*, Miguel Angel González González*, Luis Antonio González Jasso*, Noé Chávez Sánchez y Luis Humberto Maciel Pérez***

*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
**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Delicias, Km. 2 Carretera Delicias-Rosales, Centro, Cd. Delicias, Chihuahua.

INTRODUCCIÓN

Una gran parte de la población mundial cuenta con un dispositivo móvil. Para la gran mayoría, es un elemento esencial en sus vidas, imprescindible (Cartman y Ting, 2009). La tecnología móvil es una fuente potencial para coadyuvar en las demandas que tiene la agricultura de México, como brindarle al productor nacional información climática, que le apoye en la toma de decisiones respecto frecuencia y cantidad de riego; contribuyendo así a la reducción de los costos de producción (agua y electricidad principalmente), permitiendo con esto alcanzar una mayor producción y lograr una seguridad alimentaria en el país (Delgado *et al*., 2006). Debido a esto es importante el desarrollo de las tecnologías de la información, por lo que 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 (Mark, 2009). Fue puesta a disposición de los usuarios para darle seguimiento a los productores y/o tomadores de decisiones que utilizan la aplicación en sus actividades diarias. Mediante Google Analytics ® es posible obtener información del número total de usuarios y otra información relevante sobre los usuarios de AppClima (Alhlou *et al.,* 2016). Gracias a estos datos se caracterizó el uso de la aplicación por parte de los usuarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

La aplicación que se generó y se puso a disposición de los usuarios en los Sistemas Operativos Android e iOS AppClima (Figura 1), siguiendo el proceso de ingeniería de software (James y James, 1994). Como procedimiento se utilizó estadística básica para obtener el número total de usuarios y el porcentaje o proporción, es decir: primer paso se realizaron: 1) El reporte del número de usuarios en el SO Android e iOS de la herramienta de Google Analytics, mediante el módulo que fue previamente puesto en la aplicación. 2) Gráficas de los datos arrojados por el reporte por medio del Software Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

AppClima

Con base en los datos que arrojo el reporte de Google Analytics, se obtuvo que el mayor número de usuarios, que comprendió el período de junio 2016 a junio 2018, el número total de usuarios fue de1305, de los cuales en porcentaje el 84% son hombres, y el 16% son mujeres (Figura 2). Posteriormente, se determinó que el porcentaje de edad los usuarios de 25 a 34 años comprenden el número mayor de usuarios con el 33%, y el porcentaje menor fue el de más de 65 años con el 4 % (Figura 3).

El uso de esta aplicación, como los datos reflejan, es utilizada en su mayoría por un segmento de usuarios que comprenden su etapa productiva (profesionistas y estudiantes), y son usuarios que están familiarizados con el uso de la tecnología móvil. Por otro lado, los datos visualizan la necesidad de hacer esfuerzos por desarrollar estrategias, para involucrar a los usuarios en el uso de tecnología móvil con aplicaciones como AppClima.

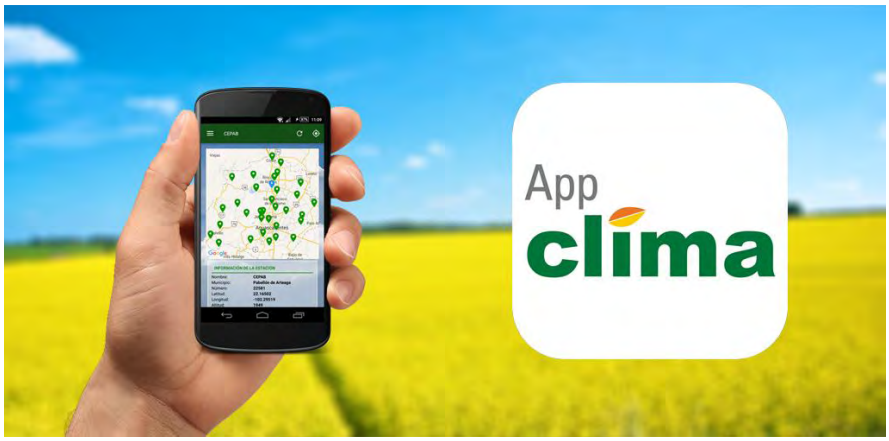


Figura 1. Aplicación móvil AppClima, La descarga e instalación de la aplicación (Disponible en Google Play ® y App Store ®)

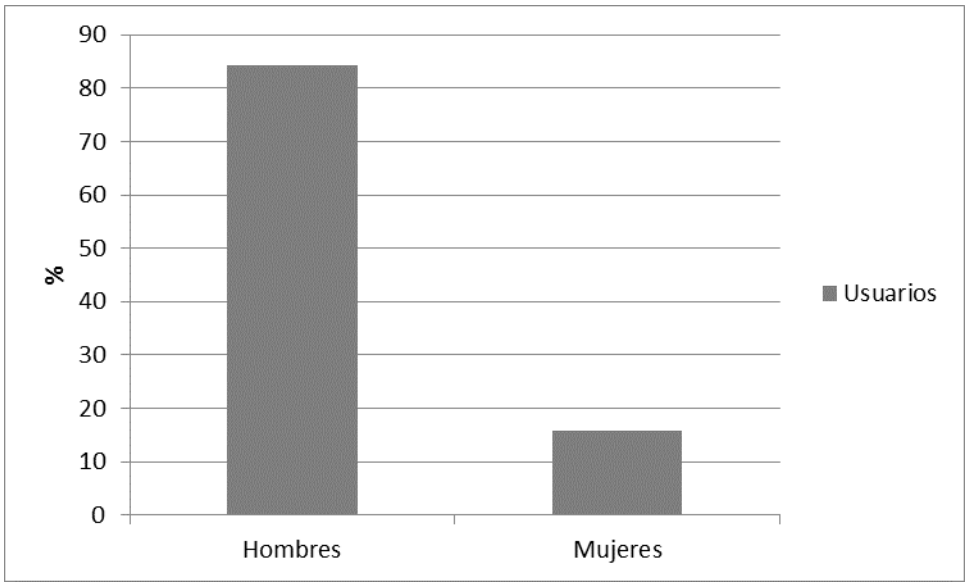


Figura 2. Porcentaje de usuarios de AppClima entre Mujeres y Hombres.

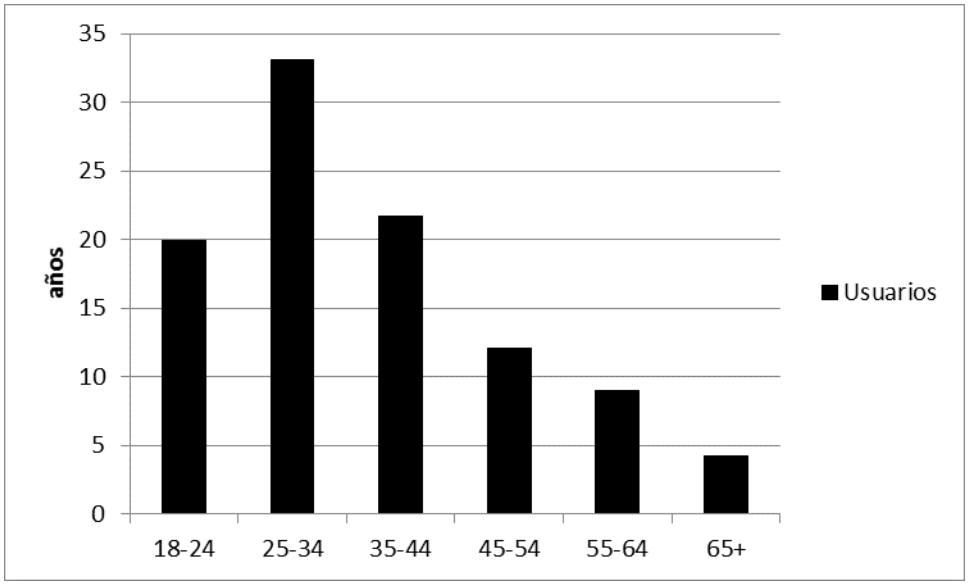


Figura 3. Rango de edad de los usuarios de AppClima.

CONCLUSIONES

- El manejo de la aplicación por parte de los usuarios en su mayoría son hombres.
- El uso de ^{App}Clima son usuarios que se encuentran en su mayor etapa productiva y están familiarizados con el uso de la tecnología móvil.
- Los usuarios que menos utilizan la aplicación móvil son que son igual o mayores a 65 años.
- Se detectaron nichos de usuarios para empezar a idear estrategias para acercar a los usuarios a ^{App}Clima.

BIBLIOGRAFÍA

Alhlou F., Asif S., and Fettman E. 2016. Google Analytics Breakthrough: From Zero to Business Impact,ISBN: 978-1-119-14401-4.

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.

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.

James M., y James O. 1994. ―Análisis y Diseño Orientado a Objetos". Prentice Hall. México.

Mark M. 2009. Beginning Android (1ª edición). Apress. ISBN 1430224193.

PRONÓSTICO LOCAL DE UNA HELADA POR IRRADIACIÓN UTILIZANDO LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA REGISTRADAS CADA 15 MINUTOS

Luis. A. González Jasso*, Mario P. Narváez Mendoza*, Noé Chávez Sánchez, Miguel A. González González*, Manuel A. Galindo Reyes***

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: gonzalez.luis@inifap.gob.mx
**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Delicias, Carretera Km 2 Delicias-Rosales, Delicias, Chihuahua. México.

INTRODUCCIÓN

Los pronósticos precisos de una posible helada son necesarios en la agricultura para poder tomar acciones que permitan mitigar los efectos adversos (Lhomme y Guilioni 2004) de una helada de forma más económica y eficaz (Woods y Gondal 2007). El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un modelo que permita pronosticar el peligro de ocurrencia de una helada por irradiación durante el transcurso de la noche, buscando dicha ocurrencia una hora antes de que el sol se meta y hasta 2 horas después de que se ha metido. Para este pronóstico se utilizaron los datos de temperatura y humedad relativa reportados a intervalos de 15 minutos por las estaciones agrometeorológicas administradas por el INIFAP, en el estado de Aguascalientes. Este tipo de datos se espera que sean lo más perfectos posible (Douglas et al. 1998). Ya que se usa el dato de una sola estación, se denomina a este pronóstico como local, ya que es válido solo para las regiones cercanas a dicha estación que presenten condiciones similares a las de la ubicación de la estación, aunque esto no limita realizar algún método de interpolación que permita pronosticar una helada a un nivel regional. Para poder realizar el pronóstico local de heladas, se utilizaron tablas psicrométricas para el cálculo de la humedad relativa del aire, que depende de la diferencia de temperatura registrada en un termómetro seco y uno húmedo. El uso de este tipo de tablas es válido para cualquier parte del estado, dado que implícitamente el valor de la humedad relativa está condicionado por la presión de vapor real, que difiere según la altitud. Con el uso de esta tabla se puede estimar la temperatura del termómetro húmedo (el cual no está presente en la estación agrometeorológica) y así, con estas dos temperaturas poder realizar el pronóstico del riesgo de una helada. La tabla psicométrica se modificada mediante regresiones polinomiales para hacer más preciso el dato de la temperatura de termómetro húmedo.

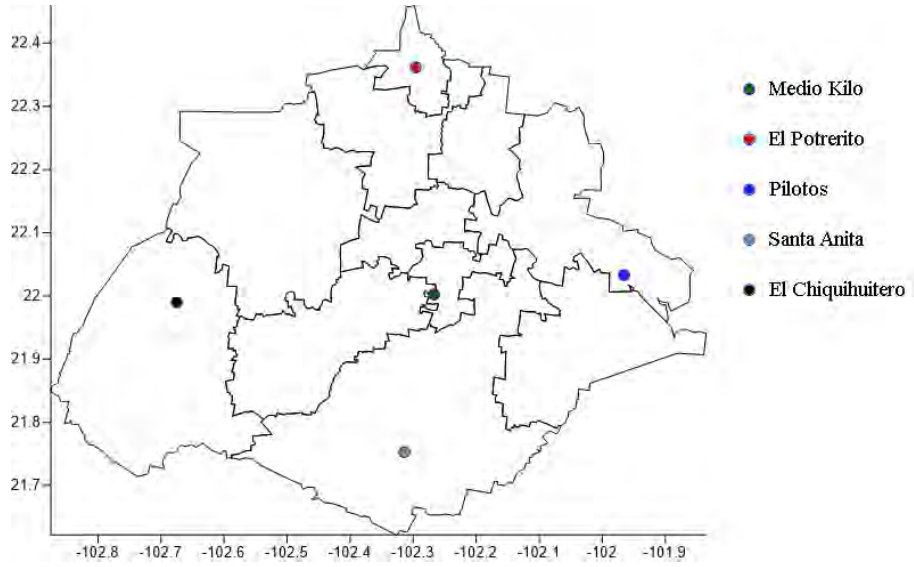
Debido a que no necesariamente se puede presentar una helada por irradiación con solo tener temperaturas de 0 °C, ya que si la humedad en el aire es alta, la humedad es condensada en vapor de agua producido por el enfriamiento en las noches largas de invierno, por lo que se

genera neblina y no una helada (Campos 1998). Por esta razón es necesario tomar en cuenta la humedad relativa presente en el medio. Además de esto, para que el modelo sea válido la cobertura de nubosidad debe ser mínima o nula, para que la radiación no sea reflejada en las nubes y provoque que sea reabsorbida por la tierra y las plantas (Campos 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el presente trabajo, se utilizaron datos de temperatura registrada en periodos de 15 minutos de 5 estaciones agrometeorológicas ubicadas en el estado de Aguascalientes, durante el periodo de noviembre de 2017 a enero de 2018, para pronosticar de forma local el riesgo de una posible helada. La Figura 1 muestra la ubicación de las 5 estaciones agrometeorológicas, las cuales están distribuidas uniformemente en el estado. En el periodo analizado se presentó una helada severa que afectó a cerca del 80% de los cultivos en el estado (Jornada 2017). Los días de mayor afectación de la helada fueron del 8 al 10 de diciembre de 2017, por lo que resultó una buena referencia para probar la eficiencia del modelo usado.

Figura 2 Ubicación en el estado de Aguascalientes de las 5 estaciones agrometeorológicas con las que se llevaron a cabo las estimaciones de riesgo de helada.



Para desarrollar el modelo es necesario contar con el dato de temperatura equivalente al registrado en un termómetro húmedo. Este dato no es reportado por la estación agrometeorológica, por lo que debe ser estimado mediante tablas psicométricas para el cálculo de la humedad relativa. La Tabla 1 (Campos 1998) muestra un fragmento de la tabla

psicométrica usada. Básicamente se busca la temperatura del termómetro húmedo (T_h), sabiendo la temperatura del termómetro seco (T_s) y la humedad relativa, estas dos últimas reportadas por la estación agrometeorológica. Para obtener un calculo un poco más preciso, se utilizó una regresion polinomial de grado 5 en cada una de las temperaturas, de tal forma que la ecuación polinomial quedaba de la siguiente forma:

$$HR = a(Thd)^5 + b(Thd)^4 + c(Thd)^3 + d(Thd)^2 + e(Thd)^1 + f \qquad \text{ecuación 1}$$

Donde Thd es la diferencia entre las temperaturas del termómetro seco y húmedo. Las constantes *a, b, c, d, e* y *f* son calculadas resolviendo la regresión polinomial de grado 5 en base a todos los valores de humedad relativa por cada temperatura de termómetro seco. Una vez que se tienen los valores de las constantes se resuelve la ecuación para estimar T_{hd} y estimar T_h con la siguiente ecuación:

$$T_h = T_s - T_{hd} \qquad \text{ecuación 2}$$

Tabla 4 Tabla psicométrica para el cálculo de la humedad relativa en el aire.

Temperatura (°C) del termómetro seco	Diferencia (°C) entre las temperaturas del termómetro seco y húmedo																			
	0,0°	0,5°	1,0°	1,5°	2,0°	2,5°	3,0°	3,5°	4,0°	4,5°	5,0°	5,5°	6,0°	6,5°	7,0°	7,5°	8,0°	8,5°	9,0°	9,5°
0	100	90	80	72	64	55	48	42	35	30	24	19	15	10	5	-	-	-	-	-
1	100	90	80	73	64	55	48	42	35	30	24	19	15	10	5	-	-	-	-	-
2	100	90	81	73	64	55	48	42	35	30	24	19	15	10	5	-	-	-	-	-
3	100	91	83	74	65	57	48	43	35	30	24	19	15	10	5	-	-	-	-	-
4	100	91	83	75	66	59	50	45	35	30	24	19	15	10	5	-	-	-	-	-
5	100	92	84	76	68	60	52	48	38	31	24	19	15	10	5	-	-	-	-	-

Con el valor estimado de T_h se procede a calcular la temperatura crítica (T_{hc}) como se muestra en la ecuación 3 (Campos 1998). Finalmente se compara T_{hc} contra T_h, si esta última es menor a la primera entonces existe riesgo de una helada por irradiación.

$$T_{hc} = 0.010103 + 0.64565\, T_s - 0.0049109\, T_s^2 \qquad \text{ecuación 3}$$

RESULTADOS Y DSICUSIÓN

En base a los datos obtenidos al aplicar este modelo de heladas por irradiación a 5 estaciones agrometeorológicas del INIFAP en el estado de Aguascalientes y a las condiciones reales que se presentaron, la Tabla 2 muestra dos de las estaciones en donde se muestra los días en los que se pronostico una helada y si hubo o no esta ocurrencia. Se incluyó el grado de afectación que hubo, donde solamente se clasifico como moderada cuando la temperatura estuvo por encima de los -4 °C y severa cuando estuvo por debajo de los -4 °C.

Tabla 5 Pronóstico de heladas de dos estaciones agrometeorológicas y eventos de ocurrencia.

El Potrerito			**Santa Anita**		
Fecha	**Ocurrencia**	**Grado**	**Fecha**	**Ocurrencia**	**Grado**
23 al 25 de noviembre	Si	Moderada	23 al 25 de noviembre	No	-
08 al 10 de diciembre	Si	Severa	08 al 09 de diciembre	Si	Severa
12 al 15 de enero	Si	Moderada	13 al 15 de enero	Si	Moderada
21 de enero	No	-	30 de enero	No	-

En general el modelo estimó de forma aceptable las condiciones de probables heladas por irradiación que se presentaron en el estado durante el periodo de noviembre de 2017 a enero de 2018. En todas las estaciones agrometeorológicas estuvo presente la helada del 8 al 10 de diciembre que afecto de forma muy negativa al estado, dejando quemados árboles que tienen resistencia a temperaturas bajas como los pinos, además de mermar la producción de algunos cultivos hasta en un 80%. En promedio en las 5 estaciones hubo 1.5 eventos que derivaron únicamente en una alerta de helada. En este periodo no hubo una sola helada que no hubiera sido pronosticada, lo que resulta notable ya que es mejor tener una falla por no ocurrencia que una falla por ocurrencia y que no fue pronosticada.

CONCLUSIONES

Este modelo demostró ser efectivo al detectar las heladas que ocurrieron. A pesar de esto es necesario realizar corridas con años anteriores donde se tuvo la certeza de que hubo una helada y ver el comportamiento del modelo. Se deben crear algunos parámetros que reduzcan la cantidad de días pronosticados con heladas y que finalmente no ocurren, ya que normalmente al tomar acciones para realizar una defensa activa o lucha directa contra la

helada, en aras de proteger a los cultivos, en la mayoría de los casos se requiere de realizar inversiones para este propósito, ya sea inversión humana o de materiales como calentadores. Finalmente resaltar que este pronóstico de heladas es de irradiación, por lo que una helada de advección sería muy complicada pronosticarla con este método ya que suelen aparecer en un corto periodo de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

Campos, D., 2005. Agroclimatología cuantitativa de cultivos. In México, D.F.: Editorial Trillas, p. 320.

Campos, D., 1998. Procesos del Ciclo Hidrológico. In México, D.F.: Editorial Universitaria Potosina, p. 550.

Douglas, A.P. et al., 1998. The impacts of temperature forecast uncertainty on bayesian load forecasting. *IEEE Transactions on Power Systems*, 13(4), pp.1507–1513.

Jornada, L., 2017. Cerca de 80% de cultivos fueron afectados por recientes heladas - La Jornada Aguascalientes (LJA.mx). , p.320. Available at: http://www.lja.mx/2017/12/cerca-80-cultivos-fueron-afectados-recientes-heladas/ [Accessed August 9, 2018].

Lhomme, J.P. & Guilioni, L., 2004. A simple model for minimum crop temperature forecasting during nocturnal cooling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 123(1–2), pp.55–68.

Woods, M. & Gondal, I., 2007. A procedural approach to forecasting nocturnal air temperature for frost prediction. *Proceedings - 6th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science, ICIS 2007; 1st IEEE/ACIS International Workshop on e-Activity, IWEA 2007*, (Icis), pp.412–417.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA COMPARACIÓN HISTÓRICA DE MUESTRAS DE POLEN PROVENIENTE DEL SURESTE DEL ESTADO DE DURANGO A TRAVÉS DE ANÁLISIS PALINOLÓGICOS

Daniela Selene Fernández-Valenzuela, María P. González-Catillo*, Salvador Acosta-Castellanos David Ramírez- Noya.**

Alumna: Residente del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Autor dzelene@gmail.com. Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional; Unidad Durango (IPN-CIIDIR Unidad Durango). Calle Sigma #119 Fraccionamiento 20 de Noviembre C.P. 34320 Durango, Dgo. * Becaria de COFAA-IPN. **Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México.

INTRODUCCIÓN

México es el cuarto productor mundial de miel y el tercer exportador a escala global, por lo que es importante conocer y aprovechar las plantas que favorecen la apicultura, para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales (Cajero, 2005). La gran diversidad florística y climática de México son factores que han desencadenado la producción de miel con una gran variedad de sabores, aromas y colores, características que en conjunto se denominan propiedades organolépticas (Martínez y Arriaga, 1998).

La apicultura es una actividad que se fundamenta en el conocimiento y el manejo de las abejas melíferas en su entorno y actualmente el uso de la tecnología relacionada ha permitido evolucionar las prácticas que se desarrollan en los diferentes procesos productivos, sin embargo, ha sido poco frecuente, el cambio hacia otras formas de enfoque como la determinación del origen botánico de las mieles y el territorio espacio-temporal de la vegetación silvestre y cultivada explorada por las abejas (Reyes-Carrillo *et al*., 2014).

El análisis de los granos de polen contenidos en las mieles, permite determinar su origen botánico y geográfico, con el fin de controlar su calidad, además de reconocer la flora nectarífera y polinífera de una zona (Piedras y Quiroz, 2007). Es importante destacar, que en un país como México, donde la actividad apícola es de gran relevancia a nivel nacional, existe la necesidad de caracterizar las mieles por medio de su contenido polínico como un medio de control de calidad y profundizar en el estudio polínico como se ha venido realizando en Europa (Downey *et al*., 2005; Rodríguez de la Cruz *et al.,* 2013). El cambio climático representa actualmente una de las principales amenazas a la biodiversidad, las sociedades humanas y la economía mundial (Beaumont *et al.,* 2011). Las comunidades ecológicas están organizadas en redes complejas de interacción donde las especies se relacionan unas con otras a través de diferentes tipos de interacciones. Las interacciones mutualistas son un tipo de interacción donde ambas especies se ven mutuamente beneficiadas (Bascompte, 2014). La de planta–polinizador

al igual que otras interacciones mutualistas son particularmente vulnerables al cambio climático debido a la susceptibilidad de que se desacoplen las actividades de las especies que interactúan si estas no responden de manera similar a los cambios ambientales (Visser, 2015).

El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento del contenido polínico por medio de análisis palinológicos de muestras colectadas de la parte sureste del estado de Durango de hace 34 años, con el fin de realizar un análisis sobre los cambios de vegetación de la misma área, para poder determinar si se ha presentado algún cambio en la alimentación de las abejas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estado de Durango se ubica en la región noroeste del país, limitando al norte con Chihuahua, al noreste con Coahuila, al sureste con Zacatecas, al sur con Nayarit y al oeste con Sinaloa. Se divide en 39 municipios. Con el propósito de determinar el panorama del origen botánico de la apicultura en la región sureste se consideraron los municipios de Vicente Guerrero, Nombre de Dios y Súchil (Figura 1).

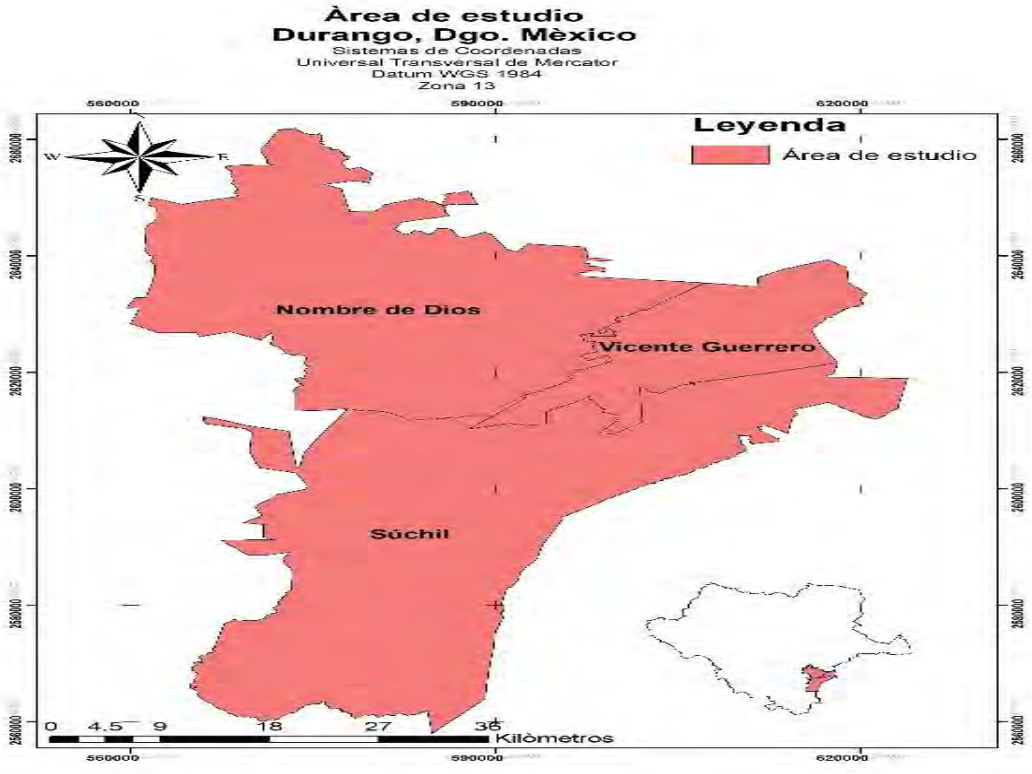


Figura 1. Municipios donde se colectaron muestras de polen de Apis mellifera.

Las muestras de polen y miel acetolizada fueron colectadas en un periodo de tres años 1984 – 1986 en dos etapas: primavera y otoño. Las mismas, fueron analizadas en el Laboratorio de Entomología en el Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional; Unidad Durango (IPN-CIIDIR Unidad Durango), de acuerdo a información proporcionada por Ramírez-Noya (2018, Com. Pers.) siguiendo la metodología propuesta de Louveaux *et al*., (1978), y la técnica de acetólisis del autor Erdtman (1969). Las muestras se resguardaron hasta la fecha para concluir con el proceso de laboratorio.

Se generó una base de datos en el software Excel versión 2010, en la cual se clasificaron las muestras de polen, de polen acetolizado, miel acetolizada, también por municipio y localidad, desechando aquellas muestras que estuviesen en mal estado.

Para este trabajo, se seleccionaron seis muestras de polen acetolizado de los meses de julio hasta diciembre de 1984 del municipio de Súchil, que corresponden a la etapa de otoño. Se elaboraron tres laminillas por cada muestra utilizando gelatina glicerinada, las muestras serán agregadas a la Colección Palinológica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN).

El análisis cuantitativo se hará conforme a los porcentajes de cada tipo polínico, se calcularán a partir del conteo de aproximadamente 500 granos de polen por muestra. Para los porcentajes de polen en las muestras, se utilizando la clasificación: polen dominante (D), más del 45 %; polen secundario (S), entre 16 y 45 %; polen de menor importancia (M), entre 3-15 %; polen en traza (T), menos del 3 % (Louveaux *et al.,* 1978).

Se realizará una descripción de los granos de polen empleando un microscopio, los granos de polen se compararán con datos de la Colección Palinológica ENCB-IPN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se cuantificaron un total de 403 muestras de polen acetolizado de las cuales se seleccionaron seis para realizar la comparación de los cambios de familias botánicas.

Se presentarán los resultados obtenidos de los meses de Julio a octubre de 1984 del municipio de Súchil y la comparación con datos del 2015 (Tabla 1). Se observaron las familias que tuvieron dominancia en el año de 1984, que fueron: Asteraceae, seguida de Fabaceae y Poaceae (Figura 2), siendo estas las más representativas dentro de la flora apícola, principalmente son las más frecuentes como se indican en trabajos realizados por Espina y Ordetx (1983) en México; González- Castillo *et. al.,* 2017 en Durango, Castellanos-Ponenciano, 2012 en Tabasco y Ramirez- Arriaga 2016 en Guerrero. Así mismo, Balleza y Villaseñor, 2002

describen que la familia Asteraceae es una de más numerosas y diversas en México un total de 392 géneros y 3,005 especies.

Se menciona que la familia Fabacea en México se considera también una de las importante con 139 géneros y 1,850 especies, presente con mayor numero en la región norte del país (López-Franco *et al*., 2006). Pérez- Utrilla *et al.,* 1991, determina que algunas especies de la familia Fabaceae suelen ser una de las plantas mas explotadas para la obtención de polen durante septiembre y octubre, en el análisis cuantitativo representa también una de las mas abundantes y de las segundas mas visitadas por las abejas.

Muestras 1984		Muestras 2015	
Familias	Abundancia Relativa (%)	Familias	Abundancia Relativa (%)
Anacardiaceae	-	Anacardiaceae	0.3%
Asteraceae	52%	Asteraceae	1.3%
Brassicaceae	22%	Brassicaceae	2%
Fabaceae	40%	Fabaceae	18%
Fagaceae	-	Fagaceae	0.3%
Lamiaceae	10%	Lamiaceae	5%
Poaceae	26%	Poaceae	0.03%
Resedaceae	-	Resedaceae	73%

Tabla 6. Resultado del análisis cuantitativo (%) de las familias encontrada en las muestras de 1984 en comparación con las del 2015.

Poaceae se considera una familia muy abundante y diversa en México contando con alrededor de 197 géneros y 1120 especies (Dávila y Sánchez-Ken, 1994). Las especies pertenecientes a esta familia representan un gran valor económico, alimenticio y ecológico para el estado de Durango. Su presencia fue en un menor porcentaje, ya que se registra que la presencia de polen de esta Familia suele ser incidental, como sucedió en las muestras del 2015. Piedras-Gutiérrez y Quiroz-García (2007) mencionan que la presencia de esta familia es por la gran producción de polen por lo que resulta ser una fuente importante de proteína para las abejas.

En el año 2015, la familia dominante fue Resedaceae, la especie de interés es *Reseda luteola* L., la cual es una planta exótica, introducida que se ha naturalizado, afecta algunos cultivos de interés económico, sin embargo, existen publicaciones en la cual la describen con importancia melífera, su distribución en México es muy amplia y es una planta anual o bianual (CONABIO, 2009).

En relación con los cambios que se han generado en el clima, el Servicio Meteorológico Nacional es sus registros NORM 81-10, mencionan que la precipitación en los meses de Julio a Diciembre de 1984 fue constante, la temporada de sequias no estaba presente y las plantas pertenecientes a la región se diversificaron más y su distribución era más amplia, por lo que tal vez, los resultados de las muestras del polen se observaron de manera constante, en relación con los del 2015, las precipitaciones no se hicieron presentes, lo que provocó una severa sequía en el estado de Durango.

Así mismo, Aguilar (2015) e Isunza- Vizuet (2010), decretan que el proceso de urbanización da lugar a un ambiente construido que altera el paisaje natural, y genera una enorme presión en los recursos naturales. La SEMARNAT (2017) describe al cambio de uso del suelo como la transformación de la cubierta vegetal original para convertirla a otros usos o degradar la calidad de la vegetación modificando la densidad y la composición de las especies presentes. Algunos factores que causan el cambio de uso de suelo y vegetación son la agricultura, ganadería y ampliación de infraestructuras. Entre las consecuencias más importantes del cambio de uso de suelo se encuentra la pérdida de la biodiversidad y los servicios ambientales.

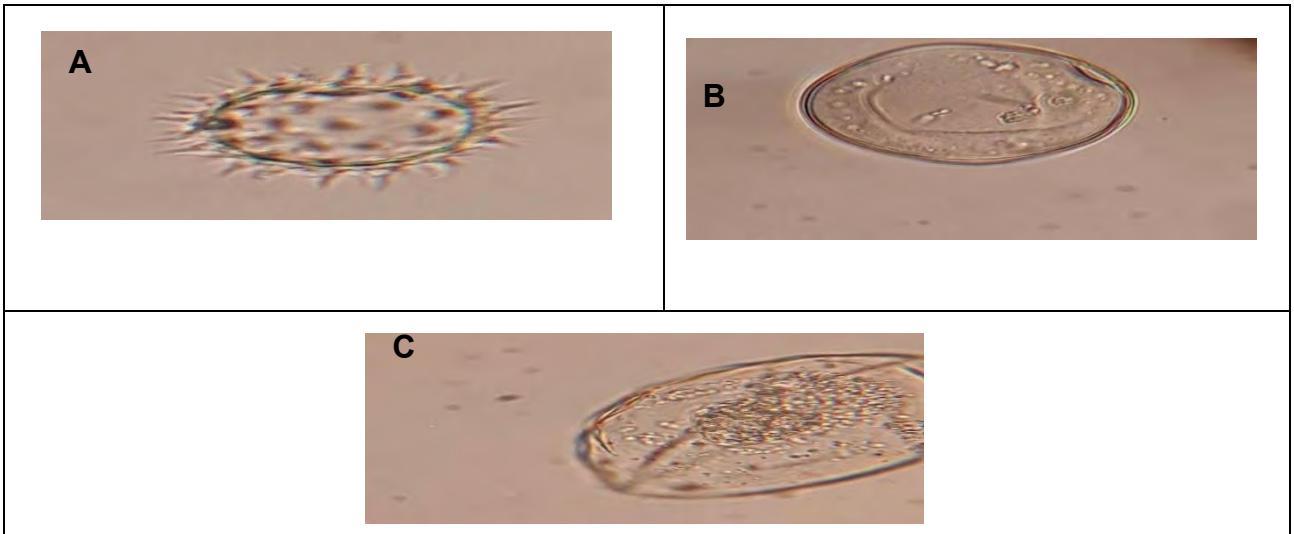


Figura 2. Granos de polen 1984. A. Asteraceae. B. Poaceae. C. Fabaceae.

CONCLUSIONES

Los primeros resultados del análisis cuantitativo y cualitativo, muestran diferencias entre las familias que fueron de gran importancia para el 84´, mostrando el cambio de la flora hasta el 2015, determinando las probables causas del porque los cambios de vegetación a través del

tiempo, al introducir más áreas de cultivo la vegetación natural se va desplazando o perdiendo mientras que algunas especies exóticas se van adaptando a las condiciones del estado y son las que van prevaleciendo como es el caso de *Reseda luteola* de la familia Resedaceae, que recientemente se han registrado su gran presencia en muestras de miel y polen, ya que se ha determinado como una de las especies nectarina y polinífera, por eso su importancia para las abejas. Sin embargo, hacen falta más observaciones y cuantificaciones en las laminillas para determinar aumento o disminución de familias vegetales.

AGRADECIMIENTOS

Al COCYTED: Caracterización polínica de mieles procedentes de los valles de Durango y el Mezquital, Durango, con clave: SIP-2018-RE/039; al proyecto SIP-IPN: 20161358 por su apoyo financiero para la realización de dichos proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, A. G. (2015). Trayectorias de urbanización e implicaciones Ambientales en México. Instituto de Geografía. UNAM. México. Consultado el 05 Julio del 2018. Recuperado: http://www.inegi.org.mx/eventos/2015/Poblacion/doc/p-GuillermoAguilar.pdf

Balleza J. de J. y Villaseñor J.L. (2002). La familia Asteraceae en el estado de Zacatecas (México). Acta Botánica Mexicana 59:5-69.

Bascompte J, Jordano J. Mutualistic Network (2014). Monographs in Population Biology Series, Princeton: Princeton University Press.

Beaumont LJ, Pitman A, Perkins S, Zimmermann NE, Yoccoz NG. (2011) Impacts of climate change on the world's most exceptional ecoregions. Proceedings of the National Academy of Sciences. 108:2306–2311.

Cajero, A.S., (2005) "México, tercer exportador mundial de miel". In: Gómez, M.C.13 de mayo 2005. Sociedad y Justicia. Periódico La Jornada.

Castellanos- Potenciano, B. P., Ramírez- Arriaga, E., Zaldívar- Cruz, J. M. (2012). Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Tabasco, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 28(1): 13-36. ISSN 0065-1737.

CONABIO (2009). Malezas de México. Consultado el 02 de Julio del 2018 Recuperado: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/resedaceae/reseda-luteola/fichas/ficha.htm.

Dávila P. y Sánchez-Ken J. (1994). Flora del Valle de Tehuacán- Cuicatlán. Fascículo 3. Poaceae. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Downey G., Hussey K., Kelly D.J., Walshe T.F. y Martin P.G. (2005). Preliminary contribution to the characterization of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physic-chemical data. Food Chemistry 91:347-354.

Erdtman, G. (1960). "The acetolysis method". Svensk. Bot. Tidskr. 54, Pp. 561−564. In: P. D. Moore, J. A. Webb y M. E. Collinson. 1991. "Pollen Analysis". Second Edition, Blackwell Science, USA.

Espina-Pérez D. y Ordetx G.S. (1983). Flora Apícola Tropical. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago.

González- Castillo, M. P., Ramírez- Noya, D., Acosta-Castellanos, S., Rosales-Castro, M., Alvarado-Aguilar, S. J. (2017). Caracterización palinológica de miel colectada por *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) en tres localidades del Municipio de Durango, Dgo., México. Biología e Historia Natural. ISSN: 2448-475X.

Isunza- Vizuet, G. (2010). Efectos urbano - ambientales de la política de vivienda en la Ciudad de México. Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad. Vol. XVII No. 49.

López-Franco, Y. L., F. M. Goycoolea, M. A. Valdez y A. M. Calderón de la B. (2006). Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. 31: pp. 183-189.

Louveaux, J., Maurizio, A. and G. Vorwhol. (1978). Methods of Melissopalynology by International Commission for Bee Botany of IUBS. Bee World, 59: 139−157.

Martínez H. E., Arriaga R. E. (1998). La importancia comercial del origen botánico de las mieles por medio de su contenido de granos de polen (Melisopalinología). Apitec 10:27-30.

Pérez-Utrilla, M. G., Ramírez- Arriaga, E., Cuadriello- Aguilar, J. I., Martínez- Hernández, E. (1991). Análisis químico del polen colectado por la abeja africanizada en Tapachula, Chiapas: Seminario Americano de Apicultura, 5, Guadalajara, Jal., Resúmenes, p. 28-30.

Piedras G. B. y Quiroz G. D. (2007). Estudio melisopalinológico de dos mieles de la porción del sur del valle de México. Laboratorio de Palinología, Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México, D.F. Polibotánica Núm. 23 p.p. 57 – 75 ISSN. 1405-2768.

Reyes-Carrillo, J. L.; J. L. Galarza- Mendoza; R. Muños- Soto; A. Moreno- Resendez (2014). Diagnostico territorial y espacial de la apicultura en los sistemas agroecológicos de la Comarca Lagunera. Instituto Tecnológico de Torreón. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 5 Núm. 2 p.p. 215-228.

Rodríguez de la Cruz D., Sánchez-Reyes E., Sánchez-Durán S. y Sánchez-Sánchez J. (2013). Análisis palinológico de mieles comerciales monoflorales. Botanica Complutensis 37:171-180.

SEMARNAT (2017). Sistema Integral de Información Ambiental del Estado de Coahuila. Uso de suelo y vegetación. Consultado el 02 de Julio del 2018 Recuperado: http://www.sema.gob.mx/SRN-SIIAECC-USO-CAMBIO.php

Visser ME, Both C (2005). Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. Proceedings of the Royal Society of London B. 272:2561–2569.

DESARROLLO *IN VITRO* DE *Pinus engelmannii* CARR.

Ciriano-López Brenda Lorena[1*]; Chávez-Simental Jorge Armando[2]; Pulido-Díaz Cecilia[2]; Prieto-Ruiz José Ángel[3]; Ortiz-Sánchez Ixchel Abby[4]

[1]Estudiante de la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Forestales (MICAF-UJED). [2]Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera-UJED. [3]Facultad de Ciencias Forestales-UJED. [4]Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana.

[*]Autor para correspondencia: ciriano_20@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

México es un centro secundario de diversidad de *Pinus*, al contar con cerca de 42% de las especies y con alto porcentaje de endemismos (>55%) concentrados en islas biogeográficas (Sánchez, 2008). Estas especies son de gran importancia ecológica, económica y social, ya que influyen en los procesos funcionales del ecosistema y son fuente de madera y de otros productos (Ramírez *et al.,* 2005). Por su amplio rango de distribución, el género *Pinus* constituye una gran parte de la riqueza forestal maderable nacional. La especie *Pinus engelmannii* Carr., conocida como pino real, es nativa del norte del continente americano y es de gran importancia en la industria forestal en el noroeste de México. Tiene alta demanda en programas de reforestación debido a su amplia distribución, desde los 22º N a los 30º N entre Estados Unidos (sur este de Arizona y sur oeste de Nuevo México) y México (Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Sinaloa y Guerrero). Su madera es empleada para muebles y construcción, molduras, pisos (parquete), palo de escoba y triplay, pulpa para papel, madera aserrada, postes y para la ebanistería (Prieto *et al.,* 2004).

La elección adecuada y reproducción de árboles selectos; es decir, árboles que cuentan con características fenotípicas deseables, es importante al producir planta de calidad. Para asegurar que las características genotípicas de éstos se mantengan, al reproducirlos, es conveniente hacerlo mediante las técnicas de micropropagación (propagación asexual de plantas utilizando las técnicas de cultivo de tejidos *in vitro*) (George *et al*., 2008).

Algunas de las ventajas de estos métodos, sobre las formas de reproducción tradicionales, en viveros son: constituyen un sistema ideal para la propagación clonal, ofrecen estabilidad genética, es relativamente sencillo, se encuentran las condiciones adecuadas y es ideal para la conservación *in vitro* de germoplasma ya sea por crecimiento retardado o por criopreservación (Rebolledo *et al.,* 2006). Durante el proceso de producción de planta del género *Pinus* en vivero, se deben emplear distintas combinaciones de fertilizantes de acuerdo a la etapa de su desarrollo (Landis, 1989). Durante el cultivo *in vitro* se aplica el mismo principio, empleando diferentes medios de cultivo que se adapten a las necesidades de la especie cultivada. Por lo

anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el medio de cultivo y concentración de sales adecuada, que estimule la germinación y desarrollo óptimo de *P. engelmannii* Carr. cultivado *in vitro.*

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio de Genética y Producción de Planta del Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera perteneciente de la Universidad Juárez del Estado de Durango. El material vegetal utilizado para este trabajo fue generado a partir de embriones cigóticos maduros de *Pinus engelmannii* extraídos de semilla certificada procedente de Guanaceví, Durango.

La asepsia de la semilla se llevó a cabo sumergiéndola en una solución de cloro comercial al 20% durante 30 min en agitación constante, después se realizaron tres enjuagues con agua destilada estéril (ADE). Posterior a esto, se mantuvieron en remojo durante 24 h. Finalizado el tiempo, se repitió el lavado en solución de cloro comercial al 20%. Los enjuagues con ADE se realizaron en condiciones asépticas dentro de campana de flujo laminar para la extracción de los embriones.

Los embriones aislados fueron cultivados en frascos de 100 mL de capacidad, con 30 mL de medio de cultivo de acuerdo a los tratamientos (Cuadro 1), adicionado con 30 $g \cdot L^{-1}$ de sacarosa. En total fueron sembrados 45 embriones por cada tratamiento.

Cuadro 1. Tratamientos para germinación de *Pinus engelmannii* Carr.

Tratamiento	Medio de cultivo	Concentración (%)
T_1	QL	25
T_2	QL	50
T_3	QL	75
T_4	DCR	25
T_5	DCR	50
T_6	DCR	75
T_7	WPM	25
T_8	WPM	50
T_9	WPM	75

Donde: QL= Quoirin y Lepoivre (1977); DCR = Gupta and Durzan (1985); WP= Woody Plant medium, Lloyd and McCown (1980).

Para estimular la germinación, los embriones se mantuvieron en oscuridad por nueve días. Luego, al evidenciarse el desarrollo epicotiledonar, se mantuvieron en condiciones de luz, con un fotoperiodo de 16 h luz y 8 h de oscuridad. Se registró el porcentaje de germinación diariamente hasta que fueron trasferidos a condiciones de fotoperiodo. Después de 35 días de la siembra, se realizó un subcultivo a medio de cultivo correspondiente a cada tratamiento al 100% de sus componentes. Se registró la formación de hojas primarias, altura de la plántula, formación de raíces, longitud de la raíz, así como la supervivencia a los 5, 25, 45 y 65 días de encontrarse en condiciones de fotoperiodo.

Los datos obtenidos de altura y longitud de raíces se analizaron aplicando un test de normalidad de datos y posteriormente se hizo la prueba de Kruskall-Wallis en el programa estadístico InfoStat versión 2015 (Di Rienzo *et al*., 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de nueve días haber establecido el cultivo, el máximo porcentaje de germinación (97.78%) se registró en los medios QL 75% y DCR 25%. La germinación media se alcanzó a los cinco días de la siembra; sin embargo, los embriones cultivados en QL 25% germinaron con mayor rapidez, alcanzando el 49% desde el día cuatro (Figura 1). Los porcentajes de germinación registrados son altos comparados a los obtenidos en *Pinus brutia* var. *eldarica*. por Bello-Bello *et al*. (2012), quienes obtuvieron un máximo de 70% con la aplicación de 1.4 µM de ácido giberélico (GA_3) como método de escarificación. En el cultivo de *Pinus heldreichii,* Stojičić *et al.* (2008), emplearon distintas concentraciones del medio Gresshoff and Doy (1972) (GD), encontrando que la germinación se retrasa debido a concentraciones casi nulas o superiores al 100% de los nutrientes afectando el desarrollo normal de las plántulas.

La supervivencia de los embriones cultivados fue mayor a 90% en todos los casos. Sin embargo, luego de 65 días en condiciones de fotoperiodo la supervivencia de las plántulas en desarrollo disminuyó. En el caso del cultivo en QL 50% el porcentaje disminuyó de 97.7% a 24.4%. En DCR 25% se registró una diminución menos pronunciada manteniendo el porcentaje de supervivencia más alto (77.7%) (Figura 2).

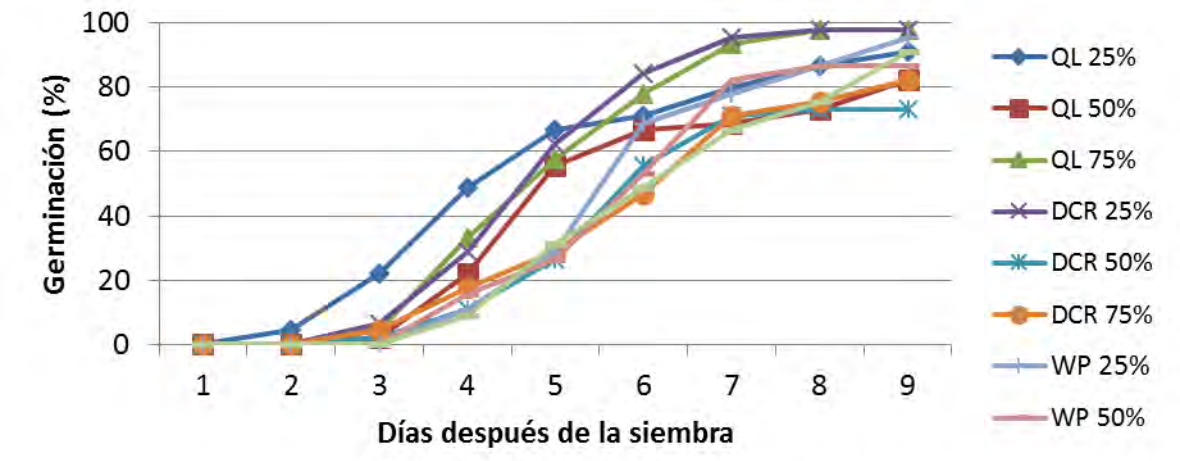


Figura 1. Porcentaje de germinación de embriones cigóticos maduros de *Pinus engelmannii* cultivados *in vitro.*

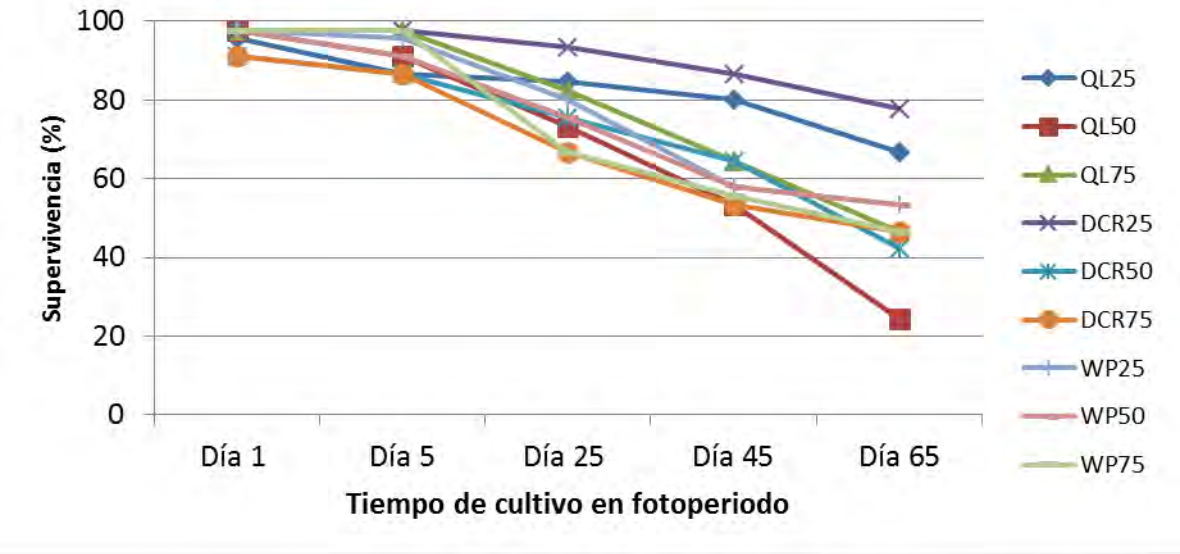


Figura 2. Porcentaje de supervivencia de plántulas de *P. engelmannii* cultivadas *in vitro* después de 65 días en condiciones de fotoperiodo.

A los 65 días, en condiciones de fotoperiodo, se registró el porcentaje más alto (57.7%) de plántula desarrollada (presencia de hojas verdaderas y formación de raíz) en el tratamiento en medio QL 25% (Figura 3). El menor porcentaje (20%) se registró en los embriones cultivados en el medio QL 50%. Este porcentaje está relacionado con la poca capacidad de supervivencia de las plántulas germinadas.

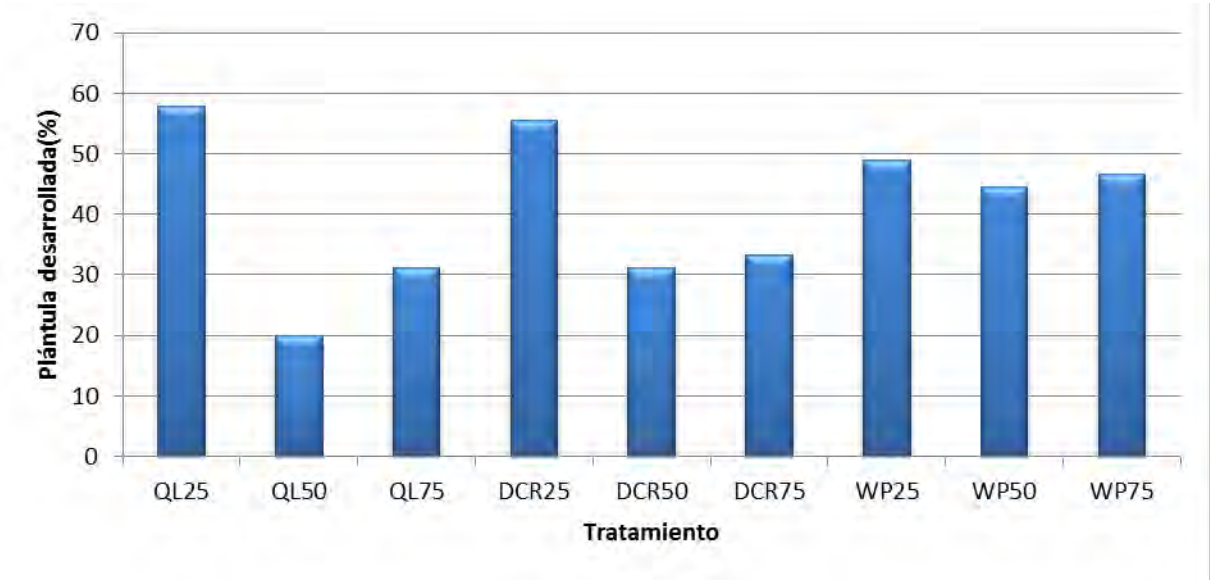


Figura 3. Porcentaje de plántula desarrollada (presencia de hojas verdaderas y formación de raíz) después de 65 días de cultivo *in vitro* en condiciones de fotoperiodo.

Los elementos minerales que causan mayor efecto en el desarrollo de las plantas son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Estos elementos contribuyen al crecimiento del follaje, desarrollo del sistema radical y la lignificación de la planta respectivamente. Los medios de cultivo empleados contienen dichos nutrientes en distintas concentraciones. El medio WP está compuesto por una mayor cantidad de nitrógeno y potasio que los otros dos medios. Lo anterior explica la diferencia presentada entre la altura y la longitud de raíces, así como la velocidad en la germinación y la supervivencia de la plántula, ya que se recomiendan concentraciones bajas de nitrógeno para el establecimiento de especies de pinos de climas templados (Prieto *et al.,* 2009).

Después de dos meses de la germinación, las plántulas desarrolladas alcanzaron una altura máxima promedio de 33.9 mm (WP 75%) (Figura 4A). De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis, existe diferencia significativa en esta variable (*p= 0.0003).* Bello-Bello *et al.* (2012), registraron alturas entre 80 y 100 mm luego de 8 semanas de cultivo de *P. brutia* var. *eldarica* en medio Murashige-Skoog (1962) (MS). Esto indica que la plántula mantiene un crecimiento más lento que dicha especie. Se asume que esta variación puede estar influenciada por la genética de la especie y el medio de cultivo empleado, por lo que puede considerarse aceptable el crecimiento de *P. engelmannii* bajo las condiciones probadas.

Respecto a la raíz, la mayor longitud (23.14 mm) se obtuvo en el tratamiento WP 50% siendo significativamente diferente al resto de los tratamientos de acuerdo al análisis de Kruskal-Wallis realizado (*p= 0.0008)* (Figura 4B).

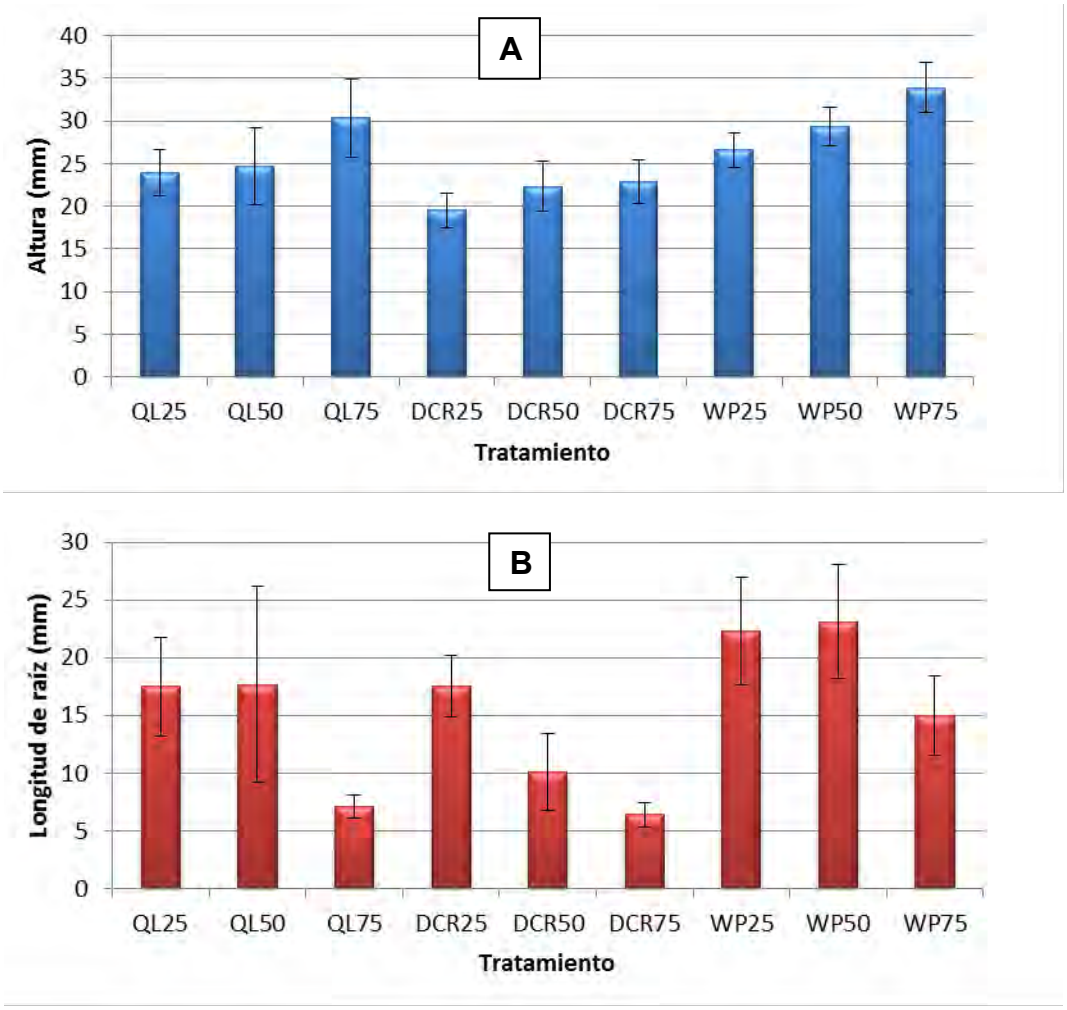


Figura 4. Desarrollo de plántulas de *P. engelmannii* después de 65 días de cultivo *in vitro.* A) Altura; B) Longitud de raíces. Se muestran las barras de error típico.

CONCLUSIONES

La germinación, supervivencia y desarrollo de plántula de *P. engelmannii* cultivado *in vitro*, se ve afectada por la concentración de sales en el medio de cultivo. Los medios de cultivo QL y DCR al 25% registraron los mejores resultados en cuanto a germinación, mientras que en medio WP 75% las plántulas tuvieron mejor desarrollo, presentando mayor altura. Para obtener plántula desarrollada y emplearla en la siguiente etapa de la propagación *in vitro* (multiplicación), se recomienda sembrar los embriones cigóticos maduros en medio de cultivo QL 25% para la etapa de germinación. Después de 25 días en condiciones de fotoperiodo, realizar un subcultivo a medio de cultivo WP al 100% y posteriormente cada mes hasta obtener la talla deseada.

BIBLIOGRAFÍA

Bello-Bello, J., Iglesias-Andreu, L., Sánchez-Velásquez, L., Casas-Martínez, J. y Santana-Buzzy, N. 2012. *In vitro* regeneration of *Pinus brutia* Ten. var. *eldarica* (Medw.) through organogénesis. African Journal of Biotechnology. 11(93), pp. 15982-15987.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar

George, E., Hall., M. y De Klerk, G (2008). Plant propagation by tissue culture: volume 1. The background (Vol. 1). Eds.Springer.

Gresshoff, O. M. y Doy, C. H. (1972). Development and differentiation of Haploid *Lycopersicon esculentum* (Tomato). Planta (Berl.) 107. Pp. 161-170.

Gupta, P. K. y Durzan, D. J. (1985). Shoot multiplication of mature trees of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziezii)* and sugar pine (*Pinus lambertiana).*Plant Cell Reports. 4 pp. 177-1799.

Landis, T. 1989. Nutrientes minerales y fertilización. En: Landis, T. D., Tinus R. W., McDonald S. E. y Barnett J. P. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Volumen 4. Manual agrícola 674. Washington, D.C., E. U. A. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. 1-77 pp.

Lloyd, G. and McCown, B.H. (1980). Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, (*Kalmia latifolia*) by use of shoot tip culture. International Plant Propagatos Society, Combined Proceedings. 30: 421-427.

Murashige T & Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15:473-97, 1962.

Prieto, J. A., Cornejo, E. H., Domínguez, P. A., Návar, J. de J., Marmolejo, J. G. y Jiménez, J. 2004. Estrés hídrico en *Pinus engelmannii* Carr., producido en vivero. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. 13(3), pp. 443-451.

Prieto, J. A., García, J. L., Mejía, J. M., Huchín, S. y Aguilar, J. 2009. Producción de planta del genero *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación especial Núm. 28. Campo Ramírez, C., Vargas, J. y López, J. 2005. Distribución y conservación de las poblaciones naturales de *Pinus greggii*. Acta Botánica Mexicana 72: 1-16.

Quoirin, M. y Lepoivre, P. (1977). Etude de milieux adaptes aux cultures *in vitro* de *Prunus.* Acta Horticulturae. Tissue cultura for horticultural prurposes. 78 pp. 437- 442.

Ramírez, C., Vargas, J. y López, J. 2005. Distribución y conservación de las poblaciones naturales de *Pinus greggii*. *Acta Botánica Mexicana* 72: 1-16.

Rebolledo, V., Aparicio, A. y Cruz, H. 2006. Estudio preliminar para la propagación *in vitro* de dos especies de pinos. Foresta Veracruzana. 8(2):27-32.

Sánchez, A. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. Madera y Bosques 14(1):107-120.

Stojičić, D., Janošević, D., Uzelac, B. y Budimir, S. (2008). Factors influencing germination and growth of isolated embryos of *Pinus heldreichii*. Archives of Biological Sciences, Belgrade. 60 (4) pp. 673-679

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD UREASA EN SUELOS DE LA COMARCA LAGUNERA TRATADOS CON ABONOS ORGÁNICOS

Erika Nava-Reyna*, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Miguel Rivera González, Alan Servín Prieto, Vicenta Constante García

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias CENID-RASPA, Canal Sacramento Km. 6.5, Zona Industrial 4ta Etapa, Gómez Palacio, Durango. *E-mail: nava.erika@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

La acumulación de CO_2 y otros gases de efecto invernadero, principalmente por actividades antropogénicas, provoca el calentamiento de la tierra por el efecto invernadero, lo que ha causado cambios climáticos. Las actividades antropogénicas emiten aproximadamente 8.7 Gt año^{-1} de carbono a la atmósfera (Lal, 2008), pero tan sólo se ha registrado un incremento atmosférico de 3.8 Gt año^{-1} (Menon *et al*., 2007), lo que refleja la capacidad regulatoria de los pools de C en la biósfera. Así, la captura y secuestro de carbono en suelos representa una alternativa de suma importancia para mitigar el cambio climático.

El suelo es el segundo mayor almacenamiento de carbono (C) a nivel global, después de los océanos, teniendo cuatro veces más C que el pool de C biótico terrestre que es de aproximadamente 560 Gt de C orgánico. Se sabe que un buen manejo del pool de C en el suelo puede favorecer su secuestro, por lo que la FAO, ha buscado impulsar el empleo de ciertas prácticas agrícolas que favorezcan el secuestro del carbono.

Se ha demostrado que el secuestro de C por la aplicación de fertilizantes es una ruta clave para fijar CO_2 en la agricultura, presentándose una relación entre la cantidad de carbono orgánico en el suelo (SOC) con la cantidad de residuos de plantas que regresan al suelo. Por lo tanto, la fertilización afecta la cantidad de C orgánico generado y la incorporación de los residuos de los cultivos que permanecen en la parcela después de la cosecha (Gregorich y Dury, 1996). Además, la aplicación de abonos orgánicos mejora las características físicas y previenen la erosión del suelo; además, reducen la dependencia de insumos externos de alto costo económico y ambiental, enfocado a una agricultura sostenible, en donde se disminuye y elimina el empleo de agroquímicos a fin de proteger el ambiente, y la salud animal y humana (Acevedo y Pire, 2004). En la Comarca Lagunera, una de las regiones agrícolas y ganaderas de las más importantes de la república mexicana, anualmente se producen cerca de un millón de toneladas de estiércol de bovino, que se aplica de forma directa a los suelos agrícolas (Serrato *et al*., 2002).

La mineralización de la materia orgánica implica procesos metabólicos catalizados por enzimas, que además ofrecen información sobre la capacidad potencial del suelo para llevar a cabo reacciones específicas, las cuales son importantes en el ciclo de nutrientes (García y Hernández, 2000; Ros, 2000; Leirós *et al*., 2000.; Leirós *et al*., 1999.). La actividad enzimática es un indicador de cambios tempranos en la calidad del suelo por sus relaciones con la microflora y la facilidad de su medición y su rápida respuesta a las prácticas de manejo agrícola (De la Paz-Jiménez *et al*., 2002). La ureasa y las fosfatasas han recibido más atención por sus implicaciones en los ciclos biogeoquímicos y de nutrición (Makoi y Ndakidemi, 2008). La ureasa es una enzima que participa en el proceso de hidrólisis de la urea adicionada al suelo o nativa, es un factor crítico en la regulación de nitrógeno en el ecosistema forestal, debido a que existe una correlación significativa entre N de biomasa microbiana con el N mineralizable y la actividad ureasa (Zantua *et al*., 1977, Hassett y Zak, 2005). La ureasa cataliza la reacción de hidrólisis de los enlaces C-N de algunas amidas y de la urea en amonio y dióxido de carbono. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la actividad ureasa sobre el efecto de la aplicación de abono orgánico en diferentes niveles de profundidad de suelo agrícola.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de suelo. Las muestras fueron colectadas en un suelo agrícola del municipio de Francisco I. Madero, Coahuila (N 25° 46‘ 47.8‘‘, W 103° 19‘ 11.6‘‘) al final del ciclo agrícola de maíz forrajero (*Zea mays*). Se realizó un muestreo al azar aleatorio simple a diferentes profundidades (0-20, 20-40 y 40-60 cm). En el predio seleccionado han aplicado 30 t ha^{-1} composta de estiércol bovino desde hace aproximadamente 7 años. Se tomaron también muestras de suelos no cultivados cercanos (con una distancia no menor de 65 m) como testigo. Las muestras se colocaron en bolsas estériles a 4°C hasta que fueron procesadas en el laboratorio.

Análisis de carbono orgánico y materia orgánica. La prueba de materia orgánica del suelo fue determinada por el método de Walkley y Black (1934).

Procedimiento para la determinación de actividad enzimática. La actividad ureasa fue determinada de acuerdo con el método descrito por E. Kandeler y H. Gerber (1988), (modificado). Las muestras fueron leídas a 690 nm después de una incubación de 30 min a temperatura ambiente. La actividad de la ureasa fue expresada como g N hidrolizado/g suelo seco por 2 h a 37 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del contenido de carbono orgánico del suelo (SOC) y materia orgánica del suelo (SOM) se muestran en la Figura 1. En general, la concentración de SOC y SOM en ambos suelos se encuentra dentro del rango para suelos de zonas áridas (2.1-72 t ha^{-1}) (Montaño *et al*., 2016) y fue mayor en suelos cultivados en las muestras de 20-40 y 40-60 cm y disminuyó con la profundidad. Este comportamiento indica que la aplicación de composta promueve la acumulación de SOC a largo plazo, tal como lo reportan otros autores (Lazcano *et al*. 2008; Fan *et al*. 2014); sin embargo, a una profundidad de 0-20 cm los suelos no cultivados presentaron una mayor cantidad de SOM y SOC, a pesar de la adición de materia orgánica exógena.

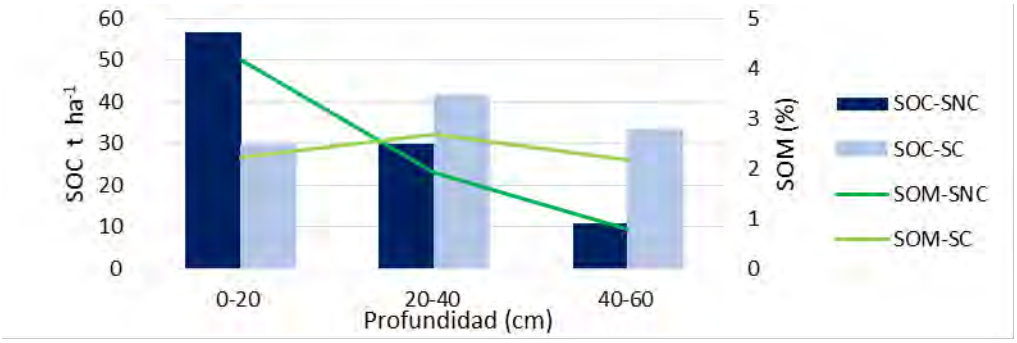


Figura 1. Carbono Orgánico y porcentaje de Materia Orgánica presentes en los suelos no cultivados (SNC) y Suelos Cultivados (SC).

Lo anterior pudo estar relacionado a una alta tasa de mineralización de la materia orgánica, ya que se ha reportado que la adición de enmiendas orgánicas pueden presentar mayores emisiones de CO_2 que los suelos naturales o fertilizados químicamente (Agegnehu *et al*. 2016), pero son necesarios más estudios para corroborarlo.

Los resultados de la actividad ureasa reflejan que hay una mayor actividad enzimática a una profundidad de 0-20, siendo el suelo no cultivado el que presenta una actividad más alta (Figura 2). La actividad ureasa muestra una respuesta variable a la aplicación de abonos orgánicos, según los estudios de diferentes autores como Banik *et al.* 2006, que comprobó una mayor actividad ureasa en suelos con composta que sin ella. Sin embargo, Serra-Wittling *et al.* (1995) y Crecchio *et al*. (2001) indican que no hay efecto de la composta en la ureasa, y García-Gil *et al*. (2000) señalan su inhibición debido a la continua aplicación de compostas elaboradas con desechos municipales. Es así como el presente estudio estima que la baja actividad ureasa del suelo cultivado tratado con abonos orgánicos se debe a la rápida acción de los

microorganismos en degradar la materia orgánica que se encuentra más accesible de 0-20 cm, agotando de esta manera su sustrato y como resultado hay poca actividad enzimática en comparación con el suelo no cultivado. Por otro lado, el comportamiento de la actividad enzimática decrece en el suelo cultivado conforme a la profundidad del muestreo, mientras que la actividad en el suelo no cultivado presenta variaciones de acuerdo a la profundidad.

Figura 2. Resultados de actividad ureasa en Suelos No Cultivados y Suelos Cultivados.

CONCLUSIONES

La actividad ureásica del suelo varia con la profundidad tanto en suelos cultivados como no cultivados. Más aún, en suelos cultivados la actividad y la materia orgánica fueron inferiores a los suelos no cultivados, a pesar de la adición de enmiendas orgánicas, debido probablemente a una rápida acción de los microorganismos por degradar la materia orgánica que está a su alcance. Cabe destacar que, aunque la concentración de carbono orgánico sea menor en la capa superficial, no significa que la aplicación de composta no beneficie el secuestro de carbono a profundidades mayores, por lo que deben realizarse más estudios enzimáticos y de mineralización de la materia orgánica para complementar los resultados del estudio.

BIBLIOGRAFIA

Acevedo, I. C. y R. Pire, 2004. Efectos del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechosero (Carica papaya L.). *Interciencia*. 29:274-279.

Agegnehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., y Bird, M. I. 2016. Benefits of biochar, compost and biochar–compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Sci. Total Environ.* 543: 295-306.

Banik, P., Ghosal, P. K., Sasmal, T. K., Bhattacharya, S., Sarkar, B. K., y Bagchi, D. K. 2006. Effect of organic and inorganic nutrients for soil quality conservation and yield of rainfed low land rice in sub-tropical Plateau Region. *J Agron. Crop Sci. 192*(5), 331-343.

Bouyoucos, G. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agron. J.* 54:464-465.

Castellanos, J. Z., Marques, J. J., Etchevers, J. D., Aguilar, A., y Salinas, J. R. 1996. Long-term effect of dairy manure on forage yields and soil properties in an arid irrigated region of Northern Mexico. *Terra (México)*.

Crecchio, C., Curci, M., Mininni, R., Ricciuti, P., & Ruggiero, P. 2001. Short-term effects of municipal solid waste compost amendments on soil carbon and nitrogen content, some enzyme activities and genetic diversity. *Biol. Fertility Soils*. 34(5): 311-318.

De la Paz-Jiménez, de la Horra, A., Pruzzo, L., y Palma, M. R. 2002. Soil quality: a new index based on microbiological and biochemical parameters. *Biol. Fertility Soils.* 35:302–306.

Menon, S., Denman, K. L., Brasseur, G., Chidthaisong, A., Ciais, P., Cox, P. M., Dickinson, R. E., Hauglustaine, D., Heinze, C., Holland, E., Jacob, D., Lohmann, U., Ramachandran, S., Leite da Silva Dias, P., Wofsy, S. C., Zhang, X. 2007. Couplings Between Changes in the Climate System and Biogeochemistry. In S. Solomon et al., eds. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 499–587.

Fan, J., Ding, W., Xiang, J., Qin, S., Zhang, J., y Ziadi, N. 2014. Carbon sequestration in an intensively cultivated sandy loam soil in the North China Plain as affected by compost and inorganic fertilizer application. *Geoderma.* 230: 22-28.

Garcıa-Gil, J. C., Plaza, C., Soler-Rovira, P., y Polo, A. 2000. Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. Soil Biol. Biochem. 32(13): 1907-1913.

García, C., Hernández, T., 2000. Investigación y perspectivas de la enzimología de suelos en España. CEBAS-CSIC, Murcia, 352 pp

Hassett, J. E. y. Zak D.R 2005. Soil Sci. Soc. Am. J. 69:227–235

Hassett, J. E., Zak, D. R. 2005. Aspen harvest intensity decreases microbial biomass, extracellular enzyme activity, and soil nitrogen cycling. Soil Sci. Soc. Am. J. 69(1): 227-235.

Lal, R. 2008. Carbon sequestration. Philos. *Trans. R. Soc. B.* 363: 815–830.

Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., y Domínguez, J. 2008. Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere.* 72(7): 1013-1019.

Leirós, M. C., Trasar-Cepeda, C., Seoane, S., y Gil-Sotres, F. 2000. Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (*Atlantic oakwood*) in an area of the European temperate–humid zone (Galicia, NW Spain): general parameters. Soil Biol. Biochem. 32(6): 733-745.

Makoi, J. H., y Ndakidemi, P. A. 2008. Selected soil enzymes: examples of their potential roles in the ecosystem. *Afr. J. Biotech*. 7(3): 181-191.

Montaño, N. M., Ayala, F., Bullock, S. H., Briones, O., García Oliva, F., García Sánchez, R., Maya, Y., Perroni, Y., Siebe, C., Tapia Torres, Y., Troyo, E., y Yépez, E.. 2016. Almacenes y flujos de carbono en ecosistemas áridos y semiáridos de México: Síntesis y perspectivas. *Terra Latinoamericana.* 34(1): 39-59.

Ribó, M. 2004. Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agrosistemas hortícolas con manejo integrado ecológico. Tesis de Doctorado. Universidad de Valencia. Departamento de Recursos Naturales. pp. 19-41.

Serra-Wittling, C., Houot, S., y Barriuso, E. 1995. Soil enzymatic response to addition of municipal solid-waste compost. *Biol. Fert. Soils.* 20(4): 226-236.

Serrato Sánchez, R., Ortíz Arellano, A., Dimas López, J., y Berúmen Padilla, S. 2002. Aplicación de lavado y estiércol para recuperar suelos salinos en la Comarca Lagunera, México. *Terra Latinoamericana.* 20(3): 329-336.

Leiros, M.C., Trasar-Cepeda, C., García-Fernandez, F., y Gil-Sotres, F. 1999. Defining the validity of a biochemical index of soil quality. *Biol. Fert. Soils*. 30:140-146.

Walkley, A., y Black I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method.Soil Sci 37:29-38.

Yuan, H., Chiang, C. Y. A., Cheng, J., Salzmann, V., y Yamashita, Y. M. 2012. Regulation of cyclin A localization downstream of Par-1 function is critical for the centrosome orientation checkpoint in Drosophila male germline stem cells. *Dev. Biol.* 361(1): 57-67.

Zantua, M. I., Dumenil, I. C., y Bremner, J. M. 1997. Relationships Between Soil Urease Activity and Other Soil Properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41: 350-352.

INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE *Pinus oocarpa* Schiede EN LAGUNAS DE MONTEBELLO, CHIAPAS, MÉXICO

Cerano-Paredes Julián[1], Esquivel-Arriaga Gerardo*[1], López-Hernández María Isabel[2], Cervantes-Martínez Rosalinda[1]

[1] INIFAP - CENID-RASPA Km. 6.5 Margen derecha Canal Sacramento, Zona Industrial Gómez Palacio, Durango. C.P. 35140. *esquivel.gerardo@inifap.gob.mx [2]Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro N° 1923, Buenavista, CP 25315, Saltillo, Coahuila.

INTRODUCCIÓN

Ante el actual proceso de cambio en las condiciones del clima, existe el interés científico a nivel mundial por estudiar la variabilidad climática en el pasado, para esto, se han empleado diversos tipos de registros proxy; entre los más importantes se encuentran los sedimentos de lagos, hielo, corales, archivos históricos, análisis de polen y anillos de crecimiento de árboles (Bradley, 1999). Para este último, la disciplina que se encarga de interpretar dichos registros, se conoce como dendrocronología (Benito, 2014), que se define como el estudio de los anillos de crecimiento de los árboles para fechar eventos pasados (Stokes y Smiley, 1996). El crecimiento de los árboles en regiones tropicales es casi continuo, lo que hace que se dificulte distinguir bandas o anillos de crecimiento anual; lo que incrementa el problema para definir anillos anuales, a lo cual se atribuye que existan pocos estudios dendrocronológicos en estas regiones (Hastenrath, 1963; Johnson, 1980; Szenjner, 2011). En México, *P. oocarpa* registra una distribución desde el norte hasta el sur del país (Martínez, 1992). A pesar de su amplia distribución, sólo existen un par de referencias sobre el análisis dendroclimático de esta especie (Gutiérrez, 2013; Villanueva *et al.*, 2018). Esta especie puede representar una alternativa para reconstruir información climática en zonas del trópico mexicano, donde se carece de datos climáticos instrumentales extensos; por tal motivo, la presente investigación tiene como objetivos: 1) desarrollar una cronología con base en los anillos de crecimiento de *P. oocarpa* para la porción noroeste de las Lagunas de Montebello, Chiapas, y 2) determinar el potencial dendroclimático de *P. oocarpa* para reconstruir variables climáticas en esta región del trópico mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y muestreo: Se localiza en el Ejido Ojo de Agua, La Independencia, Chiapas (16° 09´ 24" N & 91° 45°29" O), a una altitud de 1527 msnm (Figura 1) (INEGI-CONAGUA, 2007). El clima es templado subhúmedo con una temperatura media de 12 °C a 18 °C y una precipitación anual de 1500 mm (García, 1998). Se tomaron muestras de *P. oocarpa* empleando

un muestreo selectivo. Se seleccionaron 34 árboles de los especímenes más longevos, libres de daños mecánicos, plagas y enfermedades. Se obtuvo un total de 65 núcleos de crecimiento.

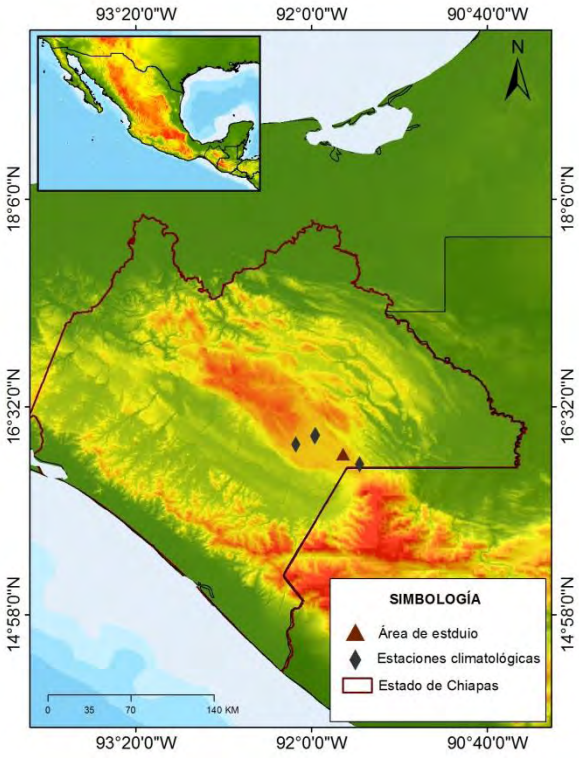


Figura 1. Ubicación geográfica del área de muestreo de *Pinus oocarpa* y las estaciones climatológicas consideradas para el análisis dendroclimático.

Análisis de laboratorio: Cada muestra fue montada en una base de madera para dar mayor firmeza y resistencia a las muestras. Una vez que se pegaron firmemente, se procedió a realizar un lijado para resaltar las estructuras de crecimiento, utilizando lijas de diferente grano (120-1 200). Se realizó un pre-fechado de los anillos de crecimiento anual mediante gráficos de crecimiento (Skeleton plots) (Stokes y Smiley, 1996). Se midió el crecimiento total anual, longitud de madera temprana y de madera tardía de cada una de las muestras, empleando un sistema de medición Velmex de 0.001 mm de precisión.

Análisis estadístico: La calidad del fechado de las series obtenidas (anillo total, madera temprana y madera tardía), se verificó con el programa COFECHA (Holmes, 1983). Con el programa ARSTAN se generaron las cronologías o índices de anillo total, madera temprana y madera tardía (Cook, 1987). El potencial de *P. oocarpa* para registrar la variabilidad climática regional, se determinó mediante un análisis de función de respuesta, para lo cual, se relacionaron los datos promedio mensuales regionales (44 años: 1961-2004) de las estaciones

Comitán, Margaritas, Santa Elena y Tziscao (Figura 1) con los índices de la cronología estándar de ancho de anillo, madera temprana y madera tardía utilizando el programa STATISTICA Kernel Release 5.5 (Stat Soft Inc., 2000). La información climática de estas estaciones se tomó del programa Extractor Rápido de Información Climática (ERIC III) (IMTA, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se lograron fechar 30 muestras (46 %) de 22 árboles. El resto de las muestras (54 %) no se logró fechar por presentar alto porcentaje de anillos falsos y períodos de supresión. Para las 30 muestras datadas, se determinó un alto porcentaje de anillos falsos (8 a 60 %) (Figura 2).

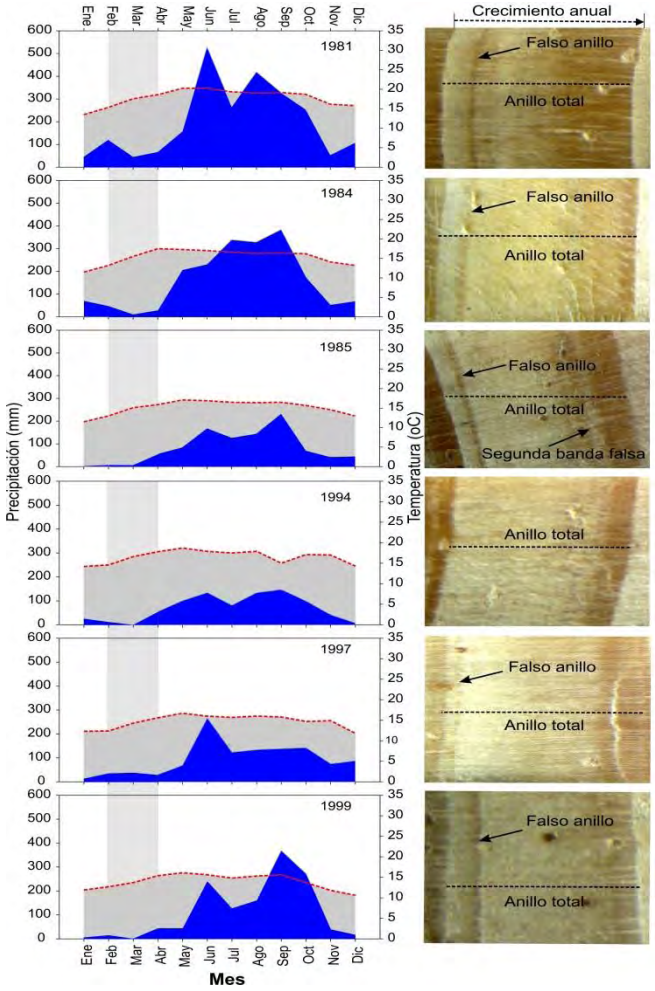


Figura 2. Climogramas de precipitación y temperatura para diferentes años (izquierda) y crecimientos anuales de *Pinus oocarpa* Schiede (derecha).

El fechado de 46 % de las muestras de *P. oocarpa* en este estudio, corrobora lo planteado por Villalba (1990); Lara y Villalba (1993) y Neira (1995), quienes han documentado, que el porcentaje de muestras fechadas, puede variar de 43 % a 90 %. Los años 1981, 1984, 1985,

1997 y 1999, son un ejemplo de los anillos falsos que registra el crecimiento de *P. oocarpa* en esta región del trópico mexicano (Figura 2). A pesar de los problemas de crecimiento que presenta *P. oocarpa*, los resultados de COFECHA indicaron una correlación significativa entre series ($r = 0.50$; $p < 0.01$), superando los parámetros estadísticos que dicho programa establece ($r = 0.3281$, $p < 0.01$) (Holmes, 1983).

Los análisis de correlación entre la cronología estándar y los datos climáticos de la precipitación regional (1961-2004), indican que la precipitación promedio mensual presenta correlaciones positivas con las cronologías de anillo total, madera temprana y madera tardía, excepto el mes julio, que registró una relación negativa con la cronología de madera tardía ($r = -0.007$) (Figura 3). Los meses de marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre, registran correlaciones significativas ($p < 0.05$) con las cronologías de anillo total y de madera temprana de *P. oocarpa,* y los meses de abril, mayo y diciembre con la cronología de madera tardía ($p < 0.05$; Figura 3).

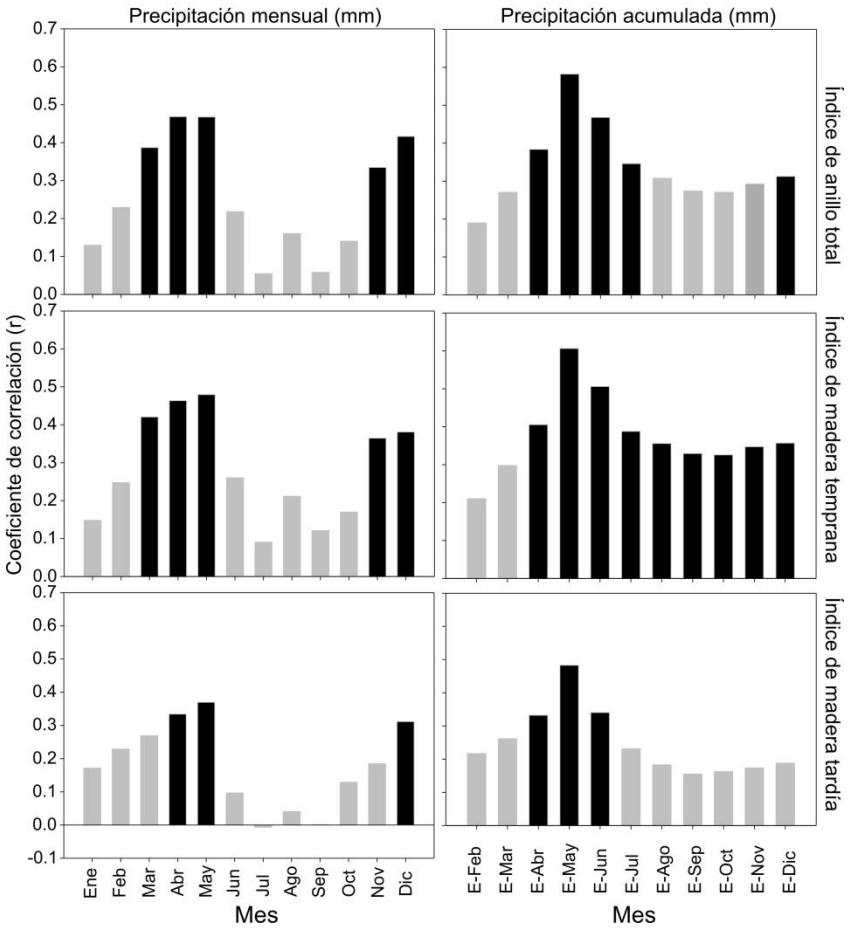


Figura 3. Coeficiente de correlación entre la precipitación promedio mensual y acumulada del período 1961 a 2004 y los índices de anillo total, madera temprana y madera tardía de *Pinus oocarpa*. Las barras en color negro representan una correlación significativa ($p < 0.05$).

Al considerar la precipitación acumulada, se observan correlaciones significativas ($p < 0.05$) para las cronologías de anillo total, madera temprana, y madera tardía con la precipitación enero-abril, enero-mayo y enero-junio. Sin embargo, la mayor correlación se determinó con el período enero-mayo para las tres cronologías (Figura 3). La cronología de madera temprana registra la más alta correlación con la lluvia estacional enero-mayo (invierno-primavera). Al relacionar únicamente los índices de anillo con la precipitación acumulada marzo-mayo, se observó la mayor relación significativa ($p < 0.05$) con las cronologías de anillo total, madera temprana y madera tardía, con asociaciones de 0.70, 0.71 y 0.53, respectivamente (Figura 4).

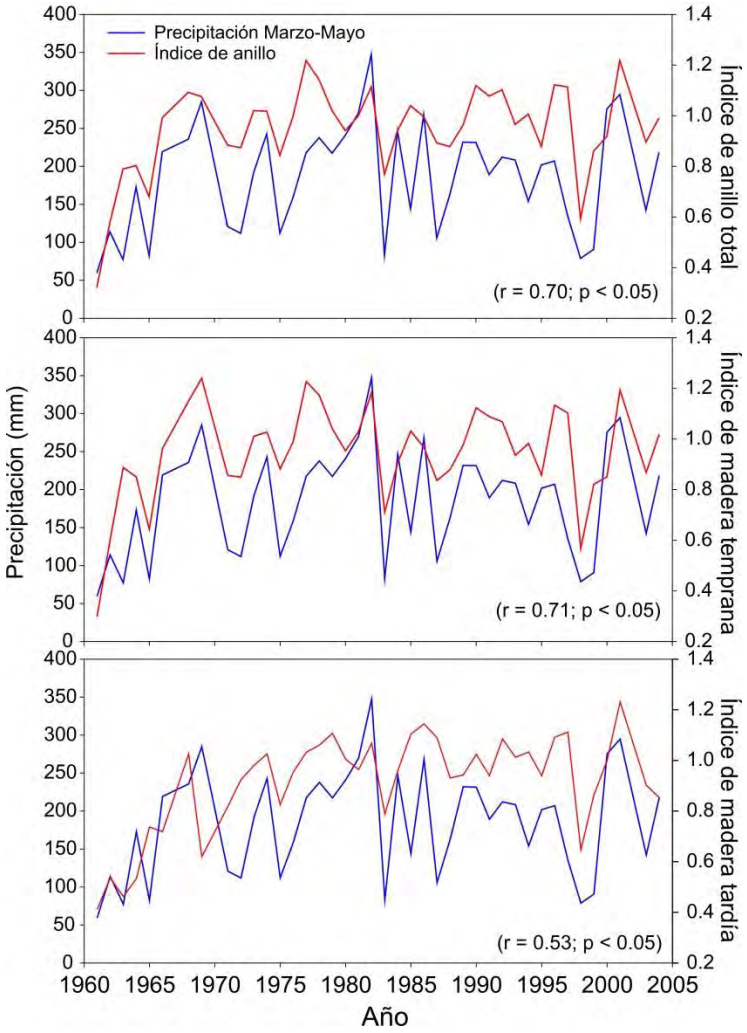


Figura 4. Relación entre la precipitación estacional marzo-mayo y el índice de anillo total, madera temprana y madera tardía de *Pinus oocarpa*.

El análisis de regresión indica potencial para reconstruir la variabilidad de la precipitación de la estación de primavera, considerando como variable independiente la cronología de madera

temprana, serie que registra el mayor coeficiente de correlación y por lo tanto explica la mayor variabilidad de la lluvia estacional (Cuadro 1, Figura 4).

Cuadro 1. Modelos de regresión lineal que indican la relación significativa ($p < 0.05$) de los índices de crecimiento con la precipitación. Los parámetros indicados en negritas representan el mejor modelo.

Variable climática	Modelo	Parámetros estimados	Error estándar	Cuadrado medio	R^2	Pr > F
Precipitación	Intercepto	-78.2108	43.61544	98467.50	0.49	0.080
	Anillo Total	278.8658	45.38311			<0.000
	Intercepto	**-65.9745**	**39.62307**	**103576.6**	**0.52**	**0.103**
	M. Temprana	**265.7699**	**41.09875**			**<0.000**
	Intercepto	9.1847	46.08078	56267.53	0.28	0.843
	M. Tardía	192.5270	49.30295			<0.000

Una respuesta similar del crecimiento de *P. oocarpa* a la lluvia estacional invierno-primavera, se reportó para el bosque La Primavera en Jalisco (Villanueva *et al*., 2018). Sin embargo, la respuesta de *P. oocarpa* es diferente en regiones de Guatemala, donde la mayor influencia en crecimiento ocurre con la precipitación primavera-verano (Cerano *et al*., 2008; Szejner, 2011).

CONCLUSIONES

Las cronologías generadas con base en los anillos de crecimiento de *P. oocarp*a tienen potencial como una fuente ~~p~~roxy" para reconstruir la precipitación de invierno-primavera y de primavera, ambas con base a la cronología de madera temprana. Estos resultados cubren los objetivos de esta investigación y son de gran relevancia considerando que *P. oocarpa* representa una de las pocas coníferas con amplia distribución en esta región, por lo tanto, se podrán generar registros climáticos extensos en diferentes áreas del trópico.

BIBLIOGRAFÍA

Benito, F. G. 2014. Archivos climáticos y paleohidrológicos. Introducción a datos proxy y su análisis. CSIC- Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid, España. 91 p.

Bradley, R. S. 1999. Paleoclimatology. Reconstructin climates of the Quaternary. Second Edition. Academic Press. USA. 613 p.

Cerano, P. J., Villanueva, D. J., Moran, M. R., Sheppard, P. R., Bradley, T., y Kaib, M. 2008. Reconstrucción histórica de precipitación con anillos de árboles para el Este de Guatemala. *XX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*. p. 247-251.

Cook, E. R. 1987. The decomposition of tree-ring series for environmental studies. *Tree-Ring Bulletin*. 47:37-59.

García, E. 1998. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México. Serie de Libros N°.6. México. 98 p.

Hastenrath, S. 1963. Dendrochronologie en El Salvador. Meteorologische Rundschan 16: 110-113.

Holmes, R. L. 1983. Computer-assited quality control in tree-ring dating and measurement. Tree-Ring Buletin 43:69-78.

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, MX). 2009. Extractor Rápido de Información Climatológica III (ERIC), Software, Jiutepec, Morelos, México.

INEGI-CONAGUA (Instituto Nacional de Estadística y Geografía-Comisión Nacional del Agua). 2007. Prontuario de la información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. La Independencia, Chiapas. Consultado en internet en http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras.pdf (Fecha de consulta 17 de marzo de 2017)

Johnson, W. C. 1980. Muestreo dendrocronológico de *Pinus oocarpa* cerca de Copán, Honduras: una nota preliminar. Biotrópica 12:315-316.

Lara, A., and Villalba, R. 1993. A 3,620-year temperature reconstruction from *Fitzroya cupressoides* tree rings in southern South America. Science 260:1104-1106.

Neira, E. P. 1995. Desarrollo de cronologías para alerce (*Fitzroya cupressoides*) en las Cordilleras de la Costa y de los Andes. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 196 p.

Stat Soft Inc. 2000. STATISTICA Software, Kernel Release version 5.5 A. 1984-2000. Tulsa, Oklahoma, USA.

Stokes, M. A., and Smiley, T. L. 1996. An introduction to the tree-ring dating. The University of Arizona Press. USA. 73 p.

Szejner, S. P. 2011. Tropical dendrochronology: exploring tree-rings of *Pinus oocarpa* in Eastern Guatemala. Tesis de maestría. Universidad de Gotinga, Europa, Facultad de Ciencias Forestales y de Ecología Forestal. Europa. 61 p.

Villalba, R. 1990. Climatic fluctuations in northern Patagonia during the last 1,000 years as inferred from tree-ring records. *Quaternary Research*, 34:346-360.

Villanueva, D, J., Camacho, E. A. R., Durán, A. A. C., Aguirre, J. L. Z., Cerano, P. J., y Sifuentes, A. R. M. 2018. Respuesta climática de *Pinus oocarpa* Schiede Ex Schetol en el Bosque La Primavera, Jalisco. *Madera y Bosques*, 24(1).

PRUEBAS DE HOMOGENEIDAD A SERIES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO YAQUI, MÉXICO.

Esquivel-Arriaga Gerardo*[1], Cerano-Paredes Julián[1], Sánchez-Cohen Ignacio[1], Velásquez-Valle Miguel Agustín[2], Esquivel-Arriaga Oscar[3]

[1] INIFAP - CENID-RASPA Km. 6.5 Margen derecha Canal Sacramento, Zona Industrial Gómez Palacio, Durango. C.P. 35140. *esquivel.gerardo@inifap.gob.mx [2] INIFAP - Campo Experimental Saltillo. Carretera Saltillo - Zacatecas km 342+119 # 9515, Hacienda de Buena Vista C.P. 25315. Saltillo, Coahuila. [3] Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Km. 40 Carretera Gómez Palacio – Chihuahua, Bermejillo, Durango. C.P. 35230

INTRODUCCIÓN

La fiabilidad de la información climática, así como su precisión resulta de gran importancia en la actualidad para el desarrollo de estudios de investigación que involucran el uso de series de tiempo; para lograr este cometido es necesario aplicar metodologías de verificación y tratamiento que permitan establecer que estaciones cumplen el supuesto de homogeneidad (Guajardo *et al*., 2017). Una serie climática homogénea se define como una serie donde las variaciones son causadas solo por cambios en el estado del tiempo y el clima. Esto significa que las mediciones son tomadas usando el mismo instrumento a la misma hora y día dentro del mismo ambiente. Desafortunadamente, en la práctica, hay cambios en la instrumentación, en las características ambientales circundantes, en las prácticas de observación, reubicación de estaciones que podrían afectar de alguna manera la precisión de los análisis. Por lo tanto, es de vital importancia tener una serie de tiempo homogénea antes de realizar cualquier análisis climático. Cualquier serie de tiempo no homogénea debe ser detectada, ajustada o eliminada del análisis que se desea implementar (Suhaila *et al*., 2008). El objetivo de este estudio es analizar series mensuales de precipitación en la cuenca de Rio Yaqui aplicando pruebas de homogeneidad que permitan obtener series de tiempo de calidad para estudios climáticos futuros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La cuenca del río Yaqui, se ubica casi en su totalidad en el estado de Sonora, México; forma parte de Chihuahua en el este y en su parte superior culmina en la región suroeste de Arizona, Estados Unidos, cuenta con una extensión de 79 172 km^2. El río Yaqui desemboca en las laderas de la Sierra Madre Occidental hacia el interior del Golfo de California, cerca de ciudad Obregón, y constituye uno de los mayores sistemas de ríos del noroeste de México (Nicholas & Battisti, 2008) (Figura 1).

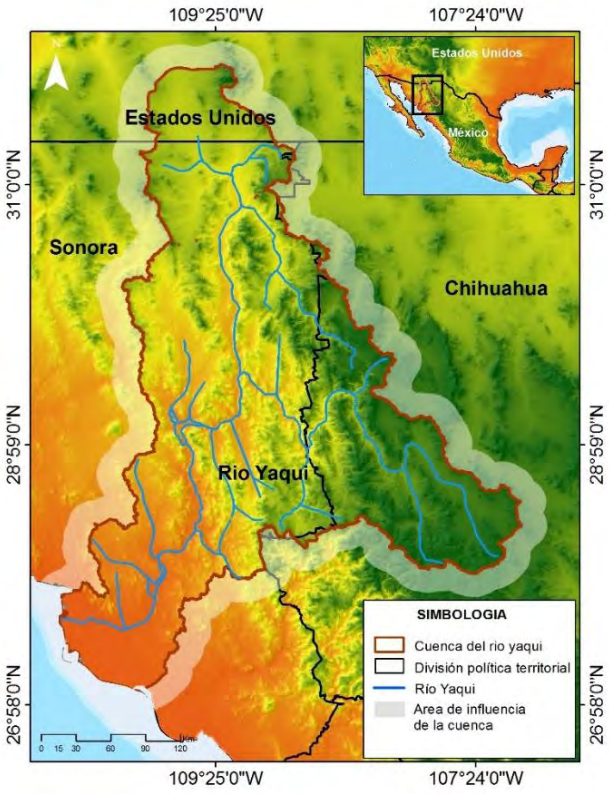


Figura 1. Ubicación geográfica de la cuenca del río Yaqui.

Series de datos

Se realizó un inventario de las estaciones climatológicas ubicadas en la cuenca de estudio y en un área adicional de influencia de 20 km en relación al parteaguas. Las series de datos fueron obtenidos de la red de estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2018). Se eligieron las estaciones que cumplieron con dos requisitos básicos: al menos 30 años de información y no más del 10 % de información faltante en su registro histórico. Para las series de datos que presentaron registros faltantes fueron calculados por el método del US National Weather Service (MWS) (Toro *et al*., 2015).

Pruebas de homogeneidad

Para analizar las series de datos de precipitación se utilizaron tres pruebas de homogeneidad: Homogeneidad normal estándar (SNHT por sus siglas en inglés), Buishand y Pettit; las cuales se describen brevemente (Guajardo et al., 2017):

a) SNHT: un estadístico T(d) compara el promedio de los primeros d años registrados con los últimos (n – d); este valor se obtiene con la expresión:

$$T_d = d\,\bar{z}_1^2 + (n-d)\bar{z}_2^2, \quad d = 1,2,\ldots n \qquad (1)$$

dónde:

$$\bar{z}_1 = \frac{1}{d}\sum_{i=1}^{d}(Y_i - \bar{Y})/s \quad y \quad \bar{z}_2 = \frac{1}{n-d}\sum_{i=d+1}^{n}(Y_i - \bar{Y})/s \qquad (2)$$

son los valores promedio de z_i durante el primer año d y el último año (n – d) respectivamente. Un valor alto de T en un año d indica una variación ~~b~~brusca". El estadístico de prueba T_0 se define como:

$$T_0 = \max_{1 \le d \le 0} T(d) \qquad (3)$$

b) Buishand: por su origen bayesiano, puede ser empleado en variables con cualquier tipo de distribución y propone identificar un cambio en la media de la serie de datos. El estadístico se define como:

$$S_0^* = 0 \;\; y \;\; S_d^* = \sum_{i=1}^{d}(y_i - \bar{y}) \; para \; d = 1,2,\dots,n \qquad (4)$$

La prueba se define como:

$$Q = \max_{0 \le d \le n} \left|\frac{S_d^*}{S}\right| \qquad (4)$$

Otro estadístico de prueba que puede emplearse es el rango que calcula la diferencia entre el valor mínimo y máximo de las sumas parciales ajustadas. La fórmula es:

$$R = \frac{\left(\max_{0 \le d \le n} S_d^* - \min_{0 \le d \le n} S_d^*\right)}{s} \qquad (5)$$

es importante agregar que Buishand propone valores críticos $Q/\sqrt{n}$ y $R/\sqrt{n}$ para las pruebas de homogeneidad (Buishand, 1982).

c) Pettit: prueba no paramétrica que se basa en rangos y hace caso omiso de la normalidad de la serie. Se basa en el orden de rangos de los valores y_i. El estadístico que se emplea se define como:

$$X_d = 2\sum_{i=1}^{d} r_i - d\,(n+1) \; para \; d = 1,2,\dots,n \qquad (6)$$

y un valor en el año m que cumple la condición:

$$X_m = \max_{1 \le d \le n} |X_d| \qquad (7)$$

es una variación fuerte en la serie (Pettitt, 1979).

El juego de hipótesis planteada en las tres pruebas fue la siguiente:

$$\left.\begin{array}{l} H_o \text{ los datos son homogeneos} \\ H_a \text{ hay una fecha en la que hay un cambio en los datos} \end{array}\right\}$$

A un nivel de significancia de α = 0.05. Si la hipótesis nula fue rechazada en al menos una prueba, la información se consideró confiable, por el contrario, si fue rechazada en más de dos pruebas; la información se consideró como no confiable.

RESULTADOS Y DISCUSION

Con base en el inventario realizado, se identificaron un total de 138 estaciones, de las cuales 78 se encuentran en funcionamiento y 60 suspendidas; estas estaciones solamente comprenden el territorio mexicano, por lo cual la parte norte de la cuenca en Estados Unidos no fue considerada (Figura 2a). De la clasificación anterior, solo se utilizaron las estaciones que actualmente se encuentran operando; de las 78 estaciones sólo 25 cumplieron los dos criterios de selección, lo que significa que el 68 % de las estaciones en funcionamiento carecen de una longitud extensa de registros o presentan una gran cantidad de datos faltantes. De estas 25 estaciones 17 se localizan dentro de la cuenca y los ocho restantes, en el área de influencia considerada (Figura 2b).

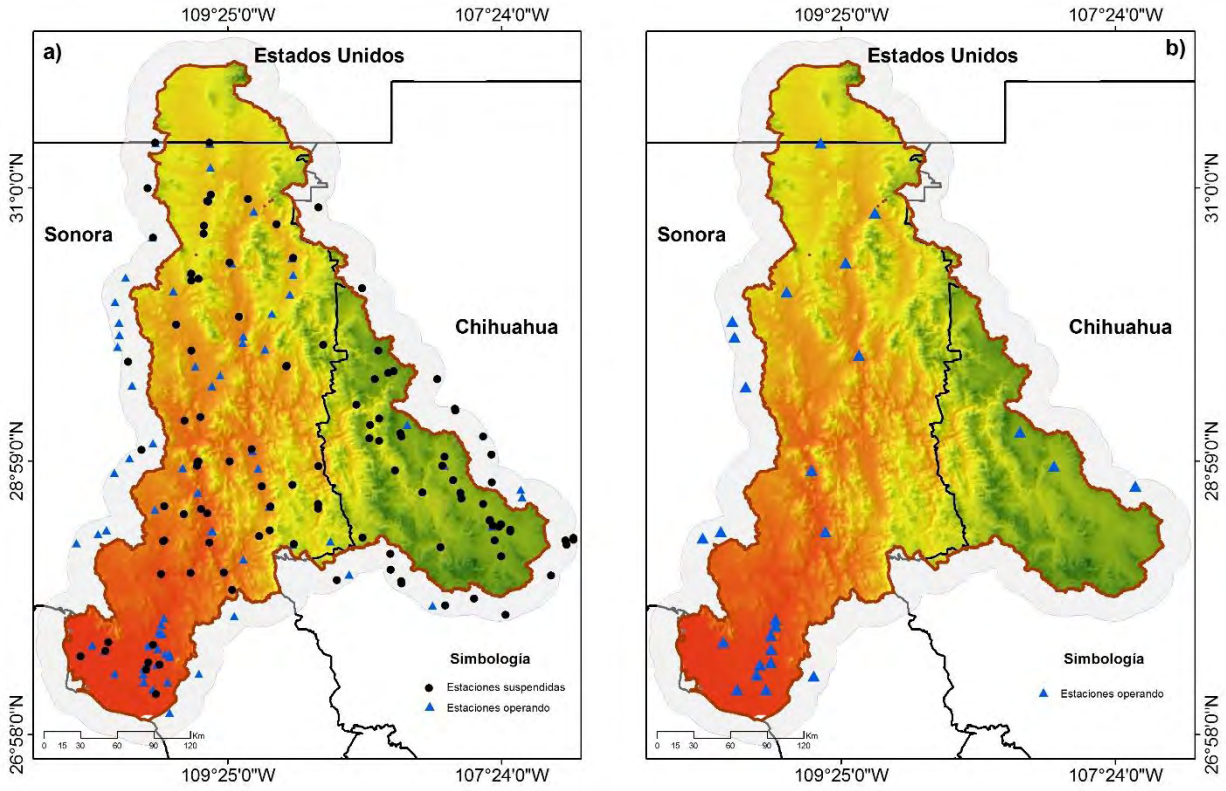


Figura 2. A) Estaciones climatológicas (operando y suspendidas) en la cuenca de estudio y su área de influencia. B) Estaciones que cumplieron con los criterios de selección.

Respecto a las pruebas de homogeneidad realizadas, se puede observar que sólo en dos series se rechazó Ho, la correspondiente a la estación 26022 (Colonia Morelos) y 26223 (Punta de

agua II) las dos bajo la prueba de Pettit. Acorde a la metodología establecida, en general las series analizadas se consideran como homogéneas, por lo tanto, pueden ser utilizadas en su totalidad para estudios posteriores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros geográficos y pruebas de homogeneidad de las estaciones climatológicas consideradas en el estudio.

Clave	Nombre	Latitud	Longitud	PMA	Pettitt	SHNT	Buishand
80004	Bachiniva	28.772	-107.256	409	0.269	0.985	0.782
80097	Madera	29.190	-108.141	697	0.510	0.385	0.172
26001	Agua Prieta	31.326	-109.549	355.2	0.051	0.736	0.305
26006	Bacadehuachi	29.807	-109.140	483.1	0.055	0.406	0.941
26008	Banamichi	30.004	-110.215	452.8	0.974	0.972	0.972
26018	Ciudad Obregón	27.481	-109.938	376.9	0.639	1.000	0.999
26021	Cocoraque	27.415	-109.628	456.3	0.492	0.929	0.996
26022	Colonia Morelos	30.825	-109.222	329.5	**0.031**	0.814	0.556
26043	Hornos	27.713	-109.904	408.8	0.327	0.934	0.600
26048	La Estrella	28.949	-109.640	640.2	0.832	0.910	0.600
26068	P. Alvaro Obregón	27.823	-109.886	414.2	0.772	0.396	0.660
26069	P. La Angostura	30.442	-109.386	402.2	0.209	0.662	0.238
26073	Punta de Agua I	28.444	-110.370	340.6	0.461	0.869	0.794
26107	Vicam	27.258	-110.324	414.2	0.752	0.674	0.357
26186	El Tapiro	30.236	-109.817	511.6	0.467	0.928	0.573
26198	Mazocahui	29.541	-110.119	555.1	0.136	0.797	0.512
26214	Huepac	29.913	-110.213	514	0.129	0.705	0.849
26223	Punta de Agua II	28.473	-110.310	452.7	**0.040**	0.990	0.876
26235	Colonia Yaqui	27.777	-109.904	418.2	0.059	0.878	0.488
26265	Onavas	28.462	-109.526	608.7	0.437	0.604	0.552
26293	San Ignacio Rio M.	27.413	-110.247	290	0.095	0.263	0.233
26297	Porfirio Díaz	27.598	-109.930	375.5	0.509	0.347	0.137
26298	Calle Seiscientos	27.409	-110.038	314.9	0.511	0.919	0.988
26299	Calle Mil Doscientos	27.300	-109.968	333.6	0.675	0.950	0.964
26403	Calle Doscientos	27.484	-110.013	284.6	0.929	0.996	0.961

Hainie y Sayang (2013) emplearon cuatro pruebas para detectar inhomogeneidad en series de precipitación en Malasia peninsular; además de las tres pruebas utilizadas en este estudio, utilizaron la prueba de Von Neumann. Guajardo *et al.,* (2017) emplearon las mismas tres pruebas de homogeneidad que se utilizaron en este estudio, para validar e identificar registros anómalos de precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima diaria en el estado de Veracruz, México. Ambos categorizaron la información acorde al número de hipótesis nula rechazadas en cada prueba: a) útiles o confiables cuyas pruebas de Ho fueron rechazadas a lo más en una de las tres o cuatro pruebas utilizadas; bajo este criterio las series son consideradas homogéneas y pueden ser usadas en análisis posteriores; b) dudosas o

medianamente confiables cuando las estaciones presentaron como máximo dos Ho; en este caso las series muestran una señal de no homogeneidad y deberían ser críticamente inspeccionadas antes de ser utilizadas en análisis subsecuentes; y c) sospechosas o no confiables en las series que se rechazaron tres hipótesis nulas; por lo que en este caso se sugiere eliminar la serie, ya que implicaría más tiempo de análisis para verificar la veracidad de la información y/o ajustar los datos.

CONCLUSIONES

Se obtuvo el inventario de las estaciones climatológicas en la cuenca de estudio, permitiendo seleccionar las estaciones que cumplieran con los requisitos básicos establecidos. Las pruebas de homogeneidad realizadas permitieron caracterizar la información y obtener series de tiempo homogéneas las cuales pudieran ser utilizadas en estudios posteriores como pudieran ser estudios de cambio climático, análisis de tendencias, caracterización de la precipitación a través del coeficiente de Hurst y su dimensión fractal, entre otros. Ejecutar este tipo de análisis como punto de partica, garantiza calidad y confiabilidad en las series de tiempo a utilizar.

BIBLIOGRAFÍA

Buishand, T. A. 1982. Some methods for testing the homogeneity of rainfall records. Journal of Hydrology, 58, 11-27.

Guajardo, P. R. A., Granados, R. G. R., Sánchez, C. I., Díaz, P. G., & Barbosa, M. F. 2017. Validación espacial de datos climatológicos y pruebas de homogeneidad: caso Veracruz, México. Tecnología y Ciencias del Agua, 8(5), 157-177.

Hainie, A. N and Sayang Mohd, D. S. 2013. Homogeneity Test on Daily Rainfall Series for Malaysia. Matematika, 29 (1c), 141-150Nicholas, R. E., & Battisti, D. S. 2008. Drought Recurrence and Seasonal Rainfall Prediction in the Rio Yaqui Basin, Mexico. Journal of applied meteorology and climatology, 47, 991-1005. DOI: 10.1175/2007JAMC1575.1

Pettitt, A. N. 1979. A nonparametric approach to the change point detection. Applied Statistics, 28, 126-135

SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2018. Aplicación kml de las estaciones climatológicas de México. Disponible en: https://smn.cna.gob.mx/tools/RESOURCES/estacion/EstacionesClimatologicas.kmz

Suhaila, J., Mohd S. D. and Aziz J. A. 2008. Detecting Inhomogeneity of Rainfall Series in Peninsular Malaysia. Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences, 44 (4), 369-380

Toro, T. A. M., Arteaga, R. R., Vázquez, P. M. A. e Ibañez, C. L. A. 2015. Relleno de series diarias de precipitación, temperatura mínima, máxima de la región norte del Urabá Antioqueño. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 6 (2), 577-588.

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO PARA MAÍZ FORRAJERO BASADO EN SERIES TEMPORALES DE IMÁGENES MULTIESPECTRALES

Gerardo Delgado Ramírez[1], Miguel Rivera González[1], Juan Estrada Ávalos[1], Enrique Miguel Valle[2] y Luis Ángel Hernández Martínez[3].

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México.
[2]Técnico auxiliar de investigador del CENID RASPA, INIFAP. [3]Campo Experimental Todos Santos, CIRNO. Agricultura s/n, Colonia Emiliano Zapata, C.P. 23070. La Paz, Baja California Sur. México.
delgado.gerardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista agronómico, la estimación de la evapotranspiración es un componente fundamental del balance hídrico y un factor clave en la interacción entre la superficie terrestre y la atmósfera (Domingo, 2003) principalmente para programar los riegos y determinar las pérdidas de agua desde la conducción hasta la aplicación del riego en la parcela (melga o tendida). Una metodología ampliamente utilizada y comúnmente aceptada para la estimación de las necesidades de agua de la cubierta vegetal, que vienen determinadas por la evapotranspiración ET, es aquella denominada Coeficiente de cultivo-Evapotranspiración de referencia K_c-ET_o (Allen *et al*., 1998).

En el marco conceptual del procedimiento FAO-56, la metodología K_c-ET_o basada en teledetección deriva el valor del coeficiente de cultivo desde las imágenes multiespectrales adquiridas por sensores a bordo de plataformas espaciales, aerotransportadas o en tierra (Calera *et al*., 2005). La estimación del coeficiente de cultivo desde estas imágenes aparece cada vez más común como una herramienta operativa, basada en una amplia evidencia experimental (Allen *et al*., 2011; Glenn *et al*., 2011), lo que permitirá generalizar y sistematizar la aplicación precisa del procedimiento FAO-56 para la determinación de la evapotranspiración real de cultivo.

El uso de series temporales de imágenes multiespectrales permite visualizar la evolución del K_c a lo largo del ciclo vegetativo. Además, proporciona la descripción espacial del cultivo, el cual puede presentar variaciones notables de una zona a otra en la misma melga o tendida. Para este estudio, se consideró la utilización de una serie de imágenes multiespectrales del satélite Sentinel 2A y 2B, el cual tiene alta resolución espectral (9 bandas en las zonas visible e infrarrojo cercano); espacial (10 m) y temporal (5 días).

El objetivo principal de este trabajo fue analizar la aplicación de las imágenes multiespectrales de Sentinel para la determinación de coeficientes de cultivo de maíz forrajero durante el ciclo

vegetativo con la finalidad de contribuir al cálculo de la evapotranspiración real de cultivo, la cual es una variable importante para la programación de los riegos de los cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una unidad de producción agropecuaria localizada en el municipio de Francisco I. Madero, Coahuila. Su ubicación geográfica es 25º 46´53.2" latitud norte y 103º 18´28.0" longitud oeste a una altura de 1109 msnm. El predio dispone de una superficie total de maíz forrajero de 52.6 has, distribuidas en siete tablas o secciones. El maíz se sembró en un período del 01 de marzo al 28 de marzo y se cosechó del 27 de junio al 21 de julio durante el ciclo primavera – verano 2018, cumpliendo con un ciclo vegetativo promedio (en las siete tablas) de 115 días.

A continuación, se describe el procedimiento que se utilizó para determinar el coeficiente de cultivo (K_c) para maíz forrajero mediante el uso de imágenes Sentinel:

1) Descarga de la imagen Sentinel 2A y 2B. Se utilizó una serie de 23 imágenes para cubrir totalmente el ciclo vegetativo del maíz forrajero en las siete tablas del área de estudio (Cuadro 1). Las imágenes se descargaron de forma gratuita en el sitio web Copernicus Open Access Hub (Figura 1), en archivo formato GeoTIFF y una compresión típica de 950 MB por imagen.

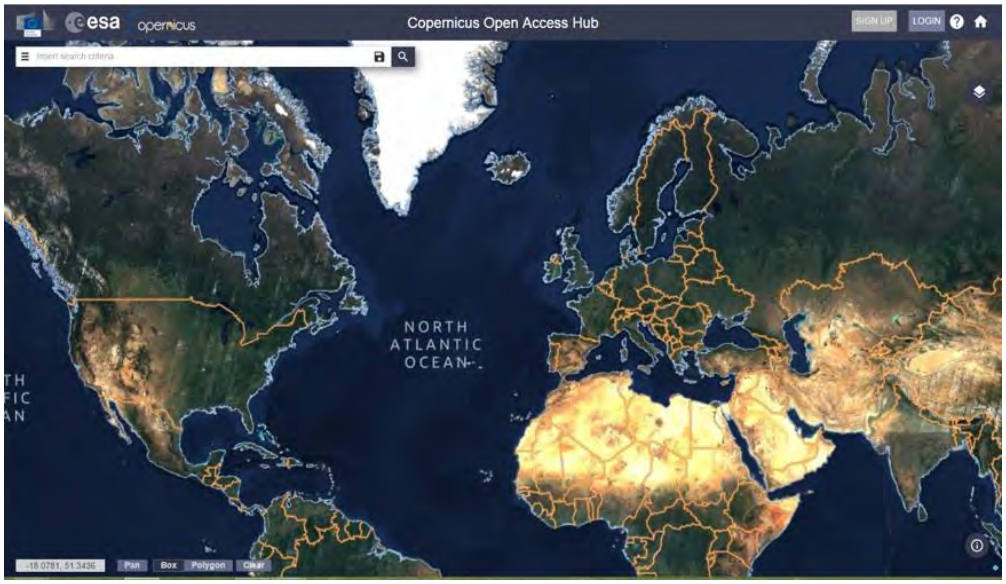


Figura 1. Plataforma Copernicus Open Access Hub para descargar imágenes de satélite Sentinel 2A y 2B (https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home).

Cabe mencionar que no se procesaron seis imágenes para completar el ciclo vegetativo del maíz forrajero, estas presentaban nubosidad en el área de estudio y no fue posible determinar el $NDVI$ ni tampoco el K_c.

Cuadro 1. Fechas de descarga de las imágenes multiespectrales Sentinel 2A y 2B, a días después de la siembra (DDS) del maíz forrajero en las siete tablas de estudio.

No. Imagen	Fecha	Días Después de la Siembra (DDS)						
		Tabla I	Tabla II	Tabla III	Tabla IV	Tabla V	Tabla VI	Tabla VII
1	04 marzo 2018			3				
2	09 marzo 2018		4	8				
3	14 marzo 2018		9	13				
4	19 marzo 2018		14	18	4			
5	24 marzo 2018		19	23	9	1		
6	29 marzo 2018	2	24	28	14	6	5	1
7	08 abril 2018	12	34	38	24	16	15	11
8	13 abril 2018	17	39	43	29	21	20	16
9	18 abril 2018	22	44	48	34	26	25	21
10	23 abril 2018	27	49	53	39	31	30	26
11	28 abril 2018	32	54	58	44	36	35	31
12	08 mayo 2018	42	64	68	54	46	45	41
13	13 mayo 2018	47	69	73	59	51	50	46
14	18 mayo 2018	52	74	78	64	56	55	51
15	23 mayo 2018	57	79	83	69	61	60	56
16	28 mayo 2018	62	84	88	74	66	65	61
17	02 junio 2018	67	89	93	79	71	70	66
18	07 junio 2018	72	94	98	84	76	75	71
19	12 junio 2018	77	99	103	89	81	80	76
20	02 julio 2018	97			109	101	100	96
21	12 julio 2018	107				111		106
22	17 julio 2018	112				116		111
23	22 julio 2018							116

Una vez descargadas las imágenes, se realizó un preprocesamiento mediante el plugin –Semi Automatic Classification" del software Qgis.

2) Obtención del $NDVI$. El Índice de Diferencia Normalizada ($NDVI$), es un parámetro que se obtiene de forma robusta, simple y directa desde las imágenes multiespectrales mediante una combinación algebraica de las reflectividades en el rojo e infrarrojo cercano. El $NDVI$ mide el tamaño fotosintético relativo de la cubierta, y recoge cómo la cubierta vegetal absorbe la radiación solar fotosintéticamente activa, sus valores oscilan entre aproximadamente 0.14 para suelo desnudo y 0.91 para cubiertas verdes muy densas (Calera *et al*., 2016). Para su determinación, se utilizó la siguiente expresión propuesta por (Rouse *et al*., 1974):

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho RED}{\rho NIR + \rho RED} \quad (1)$$

Donde ρNIR es la reflectividad medida en el infrarrojo cercano (Band_08) y ρRED es la reflectividad medida en la región del espectro electromagnético (Band_04).

Esta operación se realizó en la calculadora raster del software Qgis mediante la siguiente expresión:

$$NDVI = \frac{B08 - B04}{B08 + B04} \quad (2)$$

3) Obtención de coeficiente de cultivo (K_c). Para determinar el coeficiente de cultivo se descargó una serie temporal de imágenes multiespectrales para describir adecuadamente el comportamiento del coeficiente durante el ciclo vegetativo del maíz, desde la siembra hasta la cosecha para cada una de las tablas de estudio. Para su determinación se utilizó la siguiente expresión propuesta por (Cuesta *et al*., 2005):

$$K_c = 1.25\ NDVI + 0.1 \quad (3)$$

Para el cálculo de K_c en el software Qgis, también se usó la calculadora raster como el parámetro anterior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los valores de $NDVI$ estimados para las siete tablas establecidas de maíz forrajero durante el ciclo vegetativo. Se observa que la etapa inicial de cultivo presentó un rango de $NDVI$ promedio entre las siete tablas de maíz de 0.22 y 0.42, donde el valor más alto se presentó en la tabla VI. Con respecto a la etapa intermedio fue de 0.72 a 0.80, el valor más alto se presentó en la tabla V. Por último, la etapa final de cultivo presentó un rango de $NDVI$ entre 0.52 a 0.70, observándose el valor más alto en las tablas III y VIII.

Cuadro 2. Valores promedio de $NDVI$ por etapa fenológica de cultivo de maíz forrajero.

Etapa de Cultivo	Duración (días)	Índice de Diferencia Normaliza ($NDVI$)						
		Tabla I	Tabla II	Tabla III	Tabla IV	Tabla V	Tabla VI	Tabla VII
Inicial	23	0.22	0.22	0.24	0.23	0.26	0.42	0.22
Intermedio	38	0.77	0.72	0.73	0.77	0.80	0.79	0.79
Final	23	0.64	0.66	0.70	0.52	0.64	0.59	0.70

En el Cuadro 3 se presentan los coeficientes de cultivo para cada una de las tablas establecidas de maíz forrajero, donde se observó que el máximo valor de K_c se presentó en la etapa intermedio con un valor similar al propuesto por la FAO-56. (Ramírez *et al*., 2015), reporta valores similares de K_c en un estudio realizado con maíz de grano en la zona agrícola de Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, utilizando otro algoritmo para determinar K_c, el cual se basa en el

índice de Vegetación Mejorado (EVI) y con otras imágenes de satélite de resolución espacial de 30 m y resolución temporal de 16 días (Landsat 8).

En la Figura 2 se muestra la distribución temporal de (K_c) durante el ciclo vegetativo del maíz forrajero en las tablas I, III, IV y V del área de estudio. También, se presenta para cada tabla el modelo de ajuste de dicha distribución, siendo una polinomial de tercer grado (cúbica) para todas las tablas, presentando un coeficiente de determinación del 85 al 88%.

Cuadro 3. Valores promedio de K_c por etapa fenológica de cultivo de maíz forrajero.

Etapa de Cultivo	Coeficiente de Cultivo de Maíz Forrajero (K_c)							
	Tabla I	Tabla II	Tabla III	Tabla IV	Tabla V	Tabla VI	Tabla VII	Promedio
Inicial	0.37	0.38	0.40	0.39	0.43	0.62	0.37	0.42
Intermedio	1.07	1.00	1.01	1.06	1.10	1.09	1.09	1.06
Final	0.37	0.69	0.52	0.47	0.33	0.45	0.45	0.47

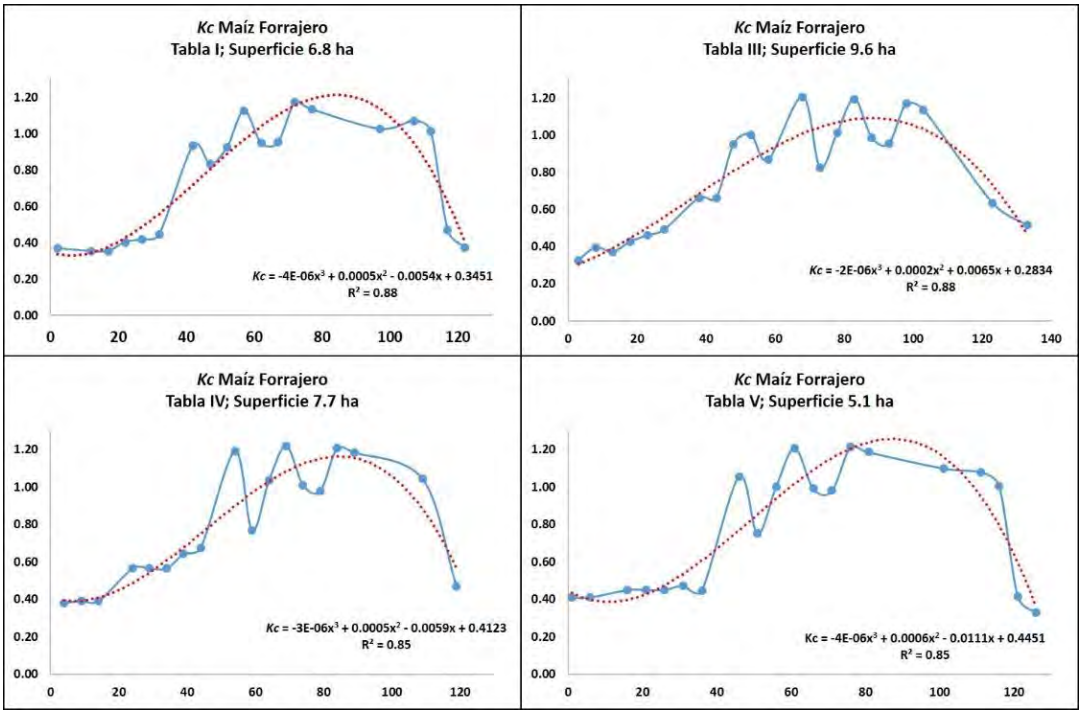


Figura 2. Distribución temporal del coeficiente de cultivo (K_c) de maíz forrajero en las tablas I, III, IV y V del área de estudio.

En la Figura 3 se presentan los mapas de K_c estimados durante todo el ciclo vegetativo, estos se realizaron con el software Qgis. Los mapas corresponden a las siguientes fechas: 08 de abril; 13 de mayo; 02 de junio; y 02 de julio del ciclo primavera-verano 2018. Estos mapas pueden contribuir al monitoreo del cultivo de forma espacial y temporal con la finalidad de identificar áreas donde el cultivo presente poco crecimiento y desarrollo durante el ciclo vegetativo para realizar acciones de mejora y mejorar las condiciones de cultivo, asegurando un mejor rendimiento y calidad de forraje en el maíz.

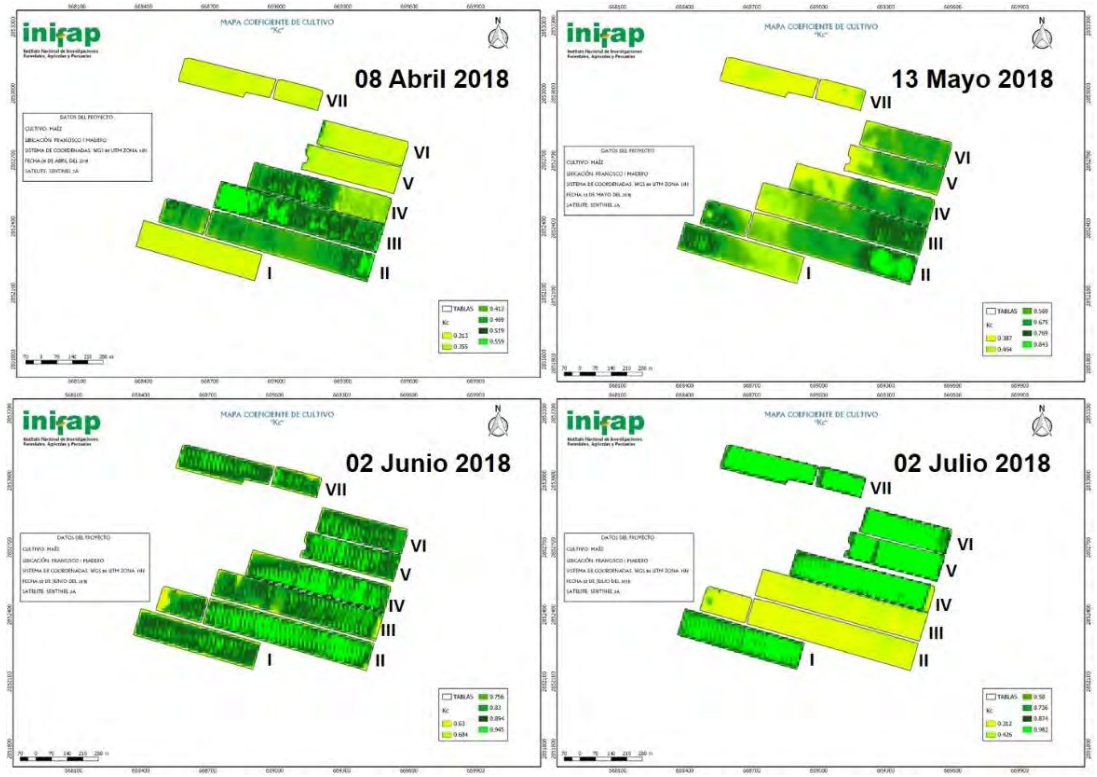


Figura 3. Mapas de coeficiente de cultivo (K_c) del maíz forrajero durante el ciclo agrícola Primavera – Verano 2018.

CONCLUSIONES

El uso de imágenes de satélite Sentinel 2A y 2B son apropiados para estimar el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada ($NDVI$), y el coeficiente de cultivo (K_c) para maíz forrajero en zonas agrícolas del Norte de México.

Es de importancia validar los modelos matemáticos generados en este estudio para la estimación del K_c, para valorar la relación entre los datos generados por los modelos y los datos obtenidos en campo. Además, es recomendable utilizar otras imágenes multiespectrales de

satélite o dron, con excelente resolución (espacial, espectral, temporal y radiométrica) con el propósito de incrementar la precisión del cálculo de $NDVI$ y K_c para a su vez perfeccionar la estimación de la evapotranspiración real de los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Howell, T.A. and Jensen, M.E., 2011. Evapotranspiration information reporting: I. Factors governing measurement accuracy. Agricultural Water Management, 98: 899–920.

Calera, A.; A. Jochum ; A. Cuesta, A. Montoso, J. González. 2005. Irrigation management from space: Towards user-friendly products. Irrigation and Drainage Systems 19:337353. Springer

Calera, A., I. Campos., y J. Garrido R. 2016. Determinación de las necesidades de agua y riego mediante estaciones meteorológicas y series temporales de imágenes multiespectrales. Jornada técnica de innovación en gestión del regadío mediante redes agroclimáticas, teledetección y sistemas de información. Centro Nacional de Tecnología de Regadíos. Madrid, España.

Copernicus. 2018. Copernicus Open Access Hub. Agencia Espacial Europea (ESA). https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home. Fecha de consulta: marzo 2018.

Cuesta, A., A. Montoro., A. M. Jochum., P. López., y A. Calera. 2005. Metodología operativa para la obtención del coeficiente de cultivo desde imágenes de satélite. ITEA. Información técnica económica agraria. Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). Vol. 101 (3). España.

Domingo, F., L. Villagarcía y A. Were. 2003. ¿Cómo se puede medir y estimar la evapotranspiración?: estado actual y evolución. Ecosistema. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. Año XII. No. 1. Enero – Abril.

FAO, 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Italia: Estudio FAO Riego y Drenaje. ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf. Fecha de consulta: abril 2018.

Glenn, E.P., Neale, C.M.U., Hunsaker, D.J. and Nagler, P.L., 2011. Vegetation index-based crop coefficients to estimate evapotranspiration by remote sensing in agricultural and natural ecosystems. Hydrological Processes, 25: 4050-4062.

Ramírez, V. O., J. L. Jacobo C., V. M. Guerrero P., y Z. Morales F. 2015. Estimación de las necesidades hídricas del cultivo de maíz empleando sensores remotos. Memorias de resúmenes en extenso SELPER-XXI-México-UACJ. Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Rouse, J.W. 1974. Monitoring the Vernal Advancement and Retrogration of Natural Vegetation. Texas: Texas A & M University, Remote Sensing Center.

INDICADORES DE EFICIENCIA AGRONÓMICA EN SISTEMAS DE RIEGO DE BAJA PRESIÓN EN LA REGIÓN CITRICOLA DE NUEVO LEÓN

Gerardo Delgado Ramírez[1], Carlos Miguel Ramos Cruz[2] y Enrique Miguel Valle[3].

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México.
[2]Campo Experimental, General Terán-INIFAP, Km 31 Carretera Montemorelos-China. C.P. 67400. General Terán, Nuevo León. [3]Técnico auxiliar de investigador del CENID RASPA, INIFAP.
delgado.gerardo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Nuevo León existen alrededor de 20,174 ha de cultivo de naranja bajo riego, ocupando el segundo lugar en producción de dicho cultivo a nivel nacional. En el año 2017, se produjeron 288 mil toneladas de naranja, con un rendimiento promedio estatal de 14.29 ton.ha^{-1} (SIAP, 2018). De la superficie total que se cultiva bajo riego, el 43% se riega por gravedad y el 28% se riega con agua derivada del bombeo de pozos profundos; de las cuales el 25% cuentan con sistemas de riego de baja presión, como: microaspersión y goteo (Gaitán, 2002).

El factor limitante en la productividad del cultivo de naranja es la disponibilidad del agua, desafortunadamente, este recurso esta escaso para el estado, por lo que en la medida que se haga eficiente el uso y manejo del agua, así como el manejo de las huertas se podrá alcanzar altos rendimientos en beneficio de la citricultura del estado (Rocha y Padrón, 2009).

Ante esta problemática, los productores citrícolas se han preocupado en tecnificar sus huertas mediante la instalación de sistemas de riego de alta y baja presión; siendo estos últimos los más aceptados por los productores, ya que con estos sistemas se pueden operar con menores caudales y presiones en comparación con los sistemas de aspersión. Además, son más económicos en su inversión inicial y en los costos de operación. Sin embargo, el hecho de tecnificar el riego, no garantiza de manera directa, que se alcancen altas eficiencias, si estos sistemas no operan adecuadamente bajo las premisas de su diseño (Rivera *et al*., 2017). Por tal motivo, es importante realizar evaluaciones periódicas en los predios tecnificados para valorar los indicadores de eficiencia agronómica (uniformidad de distribución, eficiencia de aplicación y eficiencia de almacenamiento) con la finalidad de identificar fallas de diseño u operación para su solución oportuna, y contribuir a la optimización del agua de riego y energía eléctrica en los sistemas de producción citrícolas.

El presente trabajo consistió básicamente en la evaluación de los indicadores de eficiencia agronómica en un sistema de riego por goteo establecido en un predio citrícola del municipio de General Terán, Nuevo León, con la finalidad de identificar áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia del uso de agua de riego y energía eléctrica en la producción de naranja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en una unidad de producción citrícola localizada en el municipio de General Terán, Nuevo León. Su ubicación geográfica es 25º 18´20.8" latitud norte y 99º 34´56.2" longitud oeste a una altura de 263 msnm. El predio dispone de una superficie total de naranjo de 32.98 ha, en dicha superficie tiene establecido sistemas de riego de baja presión, como: goteo (manguera con goteros integrados) y microaspersión. La textura de suelo predominante en el predio es franco-arcillosa.

La evaluación se realizó en una sección de riego por goteo, la cual tiene una superficie de 5.18 ha (Figura 1). La separación entre hilera de árbol de naranja es de 8 m y entre árbol es de 4 m, lo cual indica una densidad de 240 árboles por ha. El sistema de riego está compuesto de tubería PVC (policloruro de vinilo), la tubería de conducción es de 4" y la secundaria de 3". En esta última, se conecta la manguera con goteros integrados, con una longitud de 91.5 m y un diámetro exterior de 16 mm a una separación de 0.6 m entre goteros. El gasto de operación nominal de los goteros es de 1.9 a 4.0 $L.h^{-1}$ con un rango de presión de operación de 0.7 a 4.0 $kg.cm^{-2}$. El sistema de riego se abastece por agua subterránea mediante un equipo de bombeo tipo sumergible que tiene un consumo de energía eléctrica de 7.61 kW-hr.

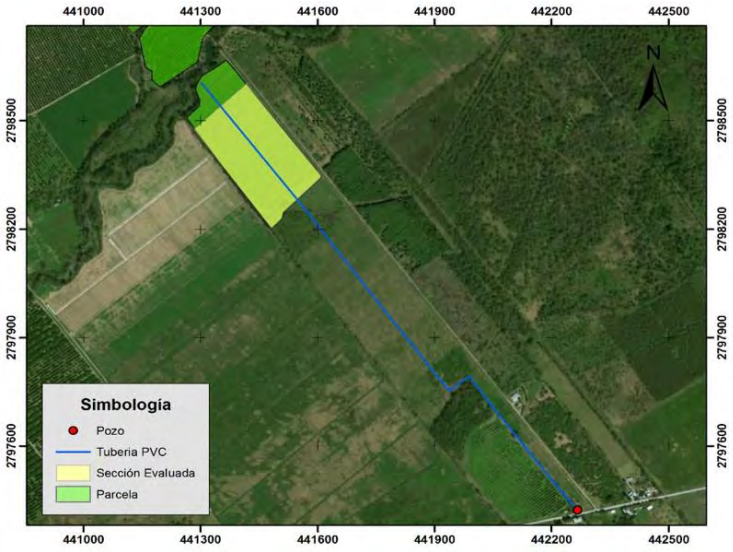


Figura 1. Unidad de producción citrícola evaluada mediante indicadores de eficiencia en sistemas de riego por goteo.

A continuación, se describe el procedimiento de cálculo de los tres indicadores de eficiencia de riego evaluados en el predio citrícola:

1) Uniformidad de Distribución (UD). Se define como la relación entre el promedio de las láminas almacenadas en el perfil de suelo a lo largo del campo regado, y la desviación de dicho promedio, para un número específico de muestreos, para este caso se realizaron 16 aforos. Para ello, se seleccionaron 16 goteros en la sección de estudio, se eligieron sitios representativos con condiciones homogéneas, de acuerdo a la pendiente del terreno, longitud de tubería secundaria y ubicación del gotero respecto a la tubería terciaria o manguera con goteros integrados.

La uniformidad de distribución (UD) se determinó con la siguiente ecuación:

$$UD = \left[1 - \sum_{i=1}^{n} \frac{|x_1 - \bar{x}|}{n * \bar{x}}\right] * 100 \qquad (1)$$

Donde UD es la eficiencia de uniformidad (%); $\bar{x}$ es el promedio de los 16 caudales obtenidos en los aforos (L.h^{-1}); $|x_1 - \bar{x}|$ es el valor absoluto de la desviación de las observaciones individuales con respecto al promedio de los 16 caudales aforados; n es el número de goteros aforados.

En el Cuadro 1 se presentan las categorías que se utilizaron para evaluar la eficiencia de uniformidad obtenida en la sección de riego por goteo, esta clasificación fue propuesta por (Christiansen, 1942; Antunez *et al*., 2009; Laserna *et al*., 2016).

Cuadro 1. Categorías para evaluar la uniformidad de distribución (UD) en sistemas de riego de baja presión.

Categoría	UD (%)
Excelente	91 – 100
Buena	81 – 90
Aceptable	71 – 80
Inaceptable	< 70

2) Eficiencia de Aplicación (EfA). Es la relación entre el volumen de agua que es necesario reponer en la zona de raíces y el volumen total de agua aplicado al terreno que queda retenida en la zona radical del cultivo y esta se determinó con la siguiente expresión:

$$EfA = \frac{Va}{Vd} * 100 \quad (2)$$

Donde EfA es la eficiencia de aplicación (%); Va es el volumen de agua almacenado o requerido en la profundidad radicular (m^3); Vd es el volumen de agua derivado a la sección de riego (m^3).

Para determinar Va fue necesario determinar la lámina de riego requerida por el árbol de naranjo para ese evento de riego evaluado. Para ello se utilizó el software IRRINET en el apartado DRIEGO (Catalán *et al*., 2014). También, fue necesario establecer la profundidad de riego, así como el ancho de mojado del árbol de naranjo con la finalidad de estimar Va. Con respecto al cálculo de Vd se utilizó el gasto promedio de los goteros aforados anteriormente y la bitácora de riego del predio, en específico el dato de tiempo de riego, o sea, el tiempo de inicio y termino de riego de la sección evaluada, con estos datos se determina el volumen de agua aplicado en la sección de riego.

3) Eficiencia de almacenamiento ($EfAl$). Se define como la relación entre el agua almacenada en el perfil por efecto del riego, y el agua necesaria para llevar dicho perfil a capacidad de campo en toda la profundidad radicular del cultivo. Esta eficiencia se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$EfAl = \frac{Va}{Vn} * 100 \quad (3)$$

Donde $EfAl$ es la eficiencia de almacenaje (%); Va es el volumen de agua almacenado en la profundidad radicular (m^3); Vn es el volumen de agua necesario antes del riego (m^3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la evaluación de la uniformidad de distribución realizada en la sección de riego del predio cooperante. En base a los aforos realizados en los 16 goteros de la sección evaluada, el sistema de riego presentó un rango de gastos de operación de 1.28 a 2.46 $L.h^{-1}$; con un gasto promedio de 1.86 $L.h^{-1}$; y un coeficiente de variación de 16%.

Cuadro 2. Resultados de los aforos realizados a los goteros del sistema de riego en estudio.

No. Goteros	Q ($L.h^{-1}$)
1	1.78
2	1.28
3	1.86
4	1.78
5	2.23
6	1.95
7	2.19
8	2.03
9	2.05
10	1.68
11	1.89
12	1.65
13	2.46
14	1.37
15	1.81
16	1.68

En la Figura 2 se observa la distribución espacial de los caudales aforados en la sección de riego, con esto se confirma la poca variación entre los gastos de los goteros aforados, con excepción de la parte inferior derecha del predio. En esta parte, se registraron los menores valores de gasto por gotero. Aunque, en la mayoría de la superficie evaluada tiene una distribución uniforme, esto permite aplicar de forma eficiente el agua, fertilizante, agroquímico, o cualquier otro insumo que es aplicado a través del sistema de riego.

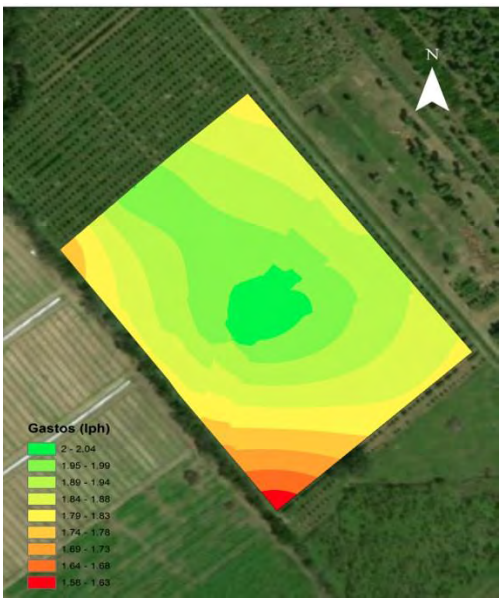


Figura 2. Distribución espacial de los caudales aforados en los goteros de la sección evaluada en el predio citrícola.

En el Cuadro 3 se presentan los parámetros evaluados en el sistema de riego por goteo, los cuales fueron importantes para la estimación de los indicadores de eficiencia agronómica. En primera instancia, se observa que la uniformidad de distribución del sistema de riego fue de 88%, que de acuerdo a la clasificación de las categorías (Cuadro 1), es una uniformidad de distribución ~~b~~uena". Aunque, existe la posibilidad de incrementar dicha eficiencia al 95%, ya que podrían estar taponeados los goteros. Por lo tanto, es conveniente realizar un análisis de agua del pozo para determinar las concentraciones de algunos parámetros que pueden ser causas potenciales de taponamientos, como: pH, fierro, manganeso, sólidos totales disueltos, bicarbonato, sólidos suspendidos, etc. Con esta información se descartará el posible taponamiento, en caso contrario se debe de programar aplicaciones de ácido en el sistema para evitar los taponamientos, esta acción se reflejará en un incremento en la uniformidad de distribución y en un desarrollo homogéneo del árbol, mejor rendimiento y calidad de fruto de naranja.

Con respecto a la eficiencia de aplicación esta fue de 100%, esto nos indica que no existe pérdida de agua más allá de la zona radicular del árbol, o sea, no existe derroche de agua. Para el caso de la eficiencia de almacenamiento fue de 93%, este valor nos indica que se está aplicando menor volumen de agua que la requerida por el cultivo para que este alcance su máximo desarrollo. Esta eficiencia se puede incrementar al realizar una programación del riego en función de las necesidades hídricas del cultivo y sus etapas fenológicas. Cabe mencionar que el productor aplica los tiempos de riego de forma empírica, su único criterio de riego es observando la condición de estrés de los árboles.

Al incrementar la uniformidad de distribución en el sistema de riego por lo menos al 95% y, programar los tiempos de riego en función a las necesidades hídricas del cultivo de la naranja en todo su ciclo vegetativo, se puede obtener un ahorro de consumo de energía eléctrica de 12.8%.

Cuadro 3. Parámetros de operación del sistema de riego por goteo y resultados de los indicadores de eficiencia agronómica al momento de la evaluación.

Parámetros	Unidad de medida	Valor
Tiempo de riego del sistema.	día	3
Intervalo de riego.	día	7
Lámina de riego neta requerida.	mm	26.9
Lámina de riego bruta requerida.	mm	29.9
Volumen de agua requerido por árbol.	L	956.4
Volumen de agua requerido en la sección de riego.	m^3	1,548.2
Volumen de agua aplicado en la sección de riego.	m^3	1,445.2
Indicadores de eficiencia agronómica:		
UD	%	88.0
EfA	%	100.0
$EfAl$	%	93.3

CONCLUSIONES

Con la evaluación de los indicadores de eficiencia agronómica en el sistema de riego de baja presión se logró identificar una buena distribución del agua en la sección No.1 del predio cooperante. También se identificó un déficit en la aplicación del agua de riego, así como un ahorro en el consumo de energía eléctrica mediante la mejora de la eficiencia de uniformidad de distribución y la programación de los tiempos de riego en base a los requerimientos hídricos del cultivo de la naranja en todo su ciclo vegetativo. Con estas acciones se contribuye a la optimización del recurso agua y energía eléctrica en la producción de cítricos en el estado de Nuevo León.

BIBLIOGRAFÍA

Antunez, B., S. Ferlmer E., y D. Mora L. 2009. Boletín del Nodo Tecnológico de Riego en el Secano: Eficiencia de Riego en Sistemas Localizados. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA No. 190. Chile.

Catalán, E., M. Villa C., M. A. Inzunza I., A. Román L., y G. Delgado R. 2014. Asistencia técnica en línea para el pronóstico del riego en la región norte-centro de México. Centro Nacional de Investigación Disciplinara en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. INIFAP, Gómez Palacio, Durango.

Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by sprinkling. California Agricultural Experimental Station Bulletin 670. Univ. California, USA.

Gaitán, J. 2002. Situación de la citricultura del estado de Nuevo León. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Monterrey, Nuevo León. México.

Laserna, A. S., J. Montero M., O. Sheikhesmaeili., y E. Alcázar B. 2016. Análisis de la uniformidad de riego en sistemas de aspersión semiportátil con aspersores de gran tamaño. XXXIV Congreso Nacional de Riegos, Sevilla, España.

Rivera, G. M., G. Delgado R., J. A. Muñoz V., e H. Macías R. 2017. Evaluación hidráulica de sistemas de riego por goteo para la producción de higuera en alta población en el estado de Durango. Memoria de la XXIX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. México.

Rocha, P. M. A., y J. E. Padrón Ch. El cultivo de los cítricos en el estado de Nuevo León. Libro Científico No.1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. CIRNE. Campo Experimental General Terán, Nuevo León. México.

SIAP. 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do. Fecha de consulta: junio 2018.

DIAGNOSTICO NUTRIMENTAL Y ESTIMACION DE LAS NECESIDADES DE NPK PARA LOS PRINCIPALES CULTIVOS DEL MODULO RODEO DEL DISTRITO DE RIEGO 017

Miguel Rivera González[1], Alan Servín Prieto[2], Erika Nava Reyna[1], Jesús Arcadio Muñoz Villalobos[1] y 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
[2] Técnico auxiliar de investigación del CENID-RASPA

INTRODUCCION

La alfalfa, maíz forrajero y el chile jalapeño son los principales cultivos anuales que se producen en el modulo de riego de Rodeo. Estadísticas de producción de los últimos 5 años para el estado de Durango, indican que los rendimientos promedio por hectárea son de 78 ton ha^{-1} de alfalfa (forraje verde), 47 ton ha^{-1} de forraje verde de maíz forrajero y 9 ton ha^{-1} de chile jalapeño (SIACON, 2013). Esto bajos rendimientos se deben a una gran cantidad de factores que inciden en el proceso de producción de estos, dos de los más importantes son el manejo ineficiente del agua para riego y el inadecuado suministro de nutrientes a la planta. Las plantas necesitan 17 elementos o nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo óptimo. Estos nutrientes son Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Fierro (Fe), Manganeso (Mn), Boro (B), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl) y Níquel (Ni). De estos los primeros 7 son clasificados como macronutrientes debido a que las plantas los requieren en grandes cantidades y el resto se clasifican como micronutrientes ya que las plantas los necesitan en cantidades pequeñas.

Para establecer un programa adecuado de fertilización de los cultivos que nos permita lograr altos rendimientos es necesario tener conocimiento de los siguientes aspectos: Conocer las concentraciones de los nutrientes en el suelo, así como su disponibilidad, las tasas de extracción de cada nutriente por tonelada de materia seca producida o producto cosechado, establecer o plantear una meta de rendimiento factible de alcanzar. La selección adecuada del tipo de fertilizante a utilizar de acuerdo a la concentración del nutriente, compatibilidad, índice salino y costo así como definir la forma de aplicar el fertilizante al suelo o directamente al cultivo y su cantidad y oportunidad de aplicación de acuerdo a experiencias de investigación y curvas de extracción del nutriente durante el ciclo vegetativo.

METODOLOGIA

La metodología consistió en realizar las siguientes actividades: Muestreo del suelo de los diferentes ejidos, análisis de las características físico químicas del suelo, y estimación de las necesidades de NPK para los cultivos, alfalfa, maíz forrajero y chile jalapeño.

Muestreo del suelo. Se recolectaron muestras de suelos en sitios representativos de los diferentes ejidos. Las muestras se tomaron del estrato de 0-30 cm. los sitios de muestreo fueron geo referenciados para conocer su ubicación espacial.

Análisis de las características fisicoquímicas del suelo. Las muestras de suelo fueron preparadas para su análisis (secado, molienda y tamizado), posteriormente se realizaron las siguientes determinaciones: a) análisis físico: porcentajes de arena limo y arcilla, capacidad de campo(CC), punto de marchitez permanente (PMP), contenido de humedad a saturación (PS) y densidad aparente (Da); b)Fertilidad: macro nutrientes (Nitrógeno (NO3), Fosforo (P), Potasio (K) micronutrientes: Fierro (Fe), Manganeso(Mn), Cobre(Cu), Zinc (Zn) y Boro (B); C) salinidad y sodicidad: pH, conductividad eléctrica(CE), sodio intercambiable (Na int), carbonatos totales(CT), cationes solubles, capacidad de intercambio cationico (CIC) y tipo de sal predominante. Los métodos de análisis utilizados fueron los recomendados por la Norma Oficial Mexicano (NOM-021 SEMARNAT 2000).

Estimación de las necesidades de NPK de los cultivos. Para la estimación de la dosis o cantidad de nutriente (NPK) requeridos por los cultivos se utilizo la ecuación propuesta por Jurado *et al* (2014) la cual se describe a continuación:

DN= ((MR x EN)/ EAN) – NDS

Donde: DN= Demanda del nutriente (kg ha^{-1}); MR= meta de rendimiento del cultivo que se pretende obtener (kg ha^{-1}); EA= La extracción del nutriente por tonelada de materia seca producida por el cultivo (kg ton^{-1}); NDS= Nutriente disponible en el suelo (kg ha^{-1}): EAN = Es la eficiencia de aprovechamiento del nutriente (fraccional) para riego por gravedad es del 60%

Alfalfa.- Se estableció una meta de rendimiento de 20 ton ha^{-1} por año de materia seca (m.s.), una extracción de 38.5, 6.6 y 37.1 kg por tonelada de materia seca para NO_3 , P_2O_5 y K_2O respectivamente. Para el cálculo de las necesidades de Nitrógeno, se considero una fijación de Nitrógeno por las bacterias fijadoras de Nitrógeno atmosférico de 250 kg ha^{-1} por año.

Maíz Forrajero.- La meta de rendimiento al igual que la alfalfa fue de 20 ton ha^{-1} de materia seca por ciclo de cultivo, una extracción de 14, 5.6 y 13.2 kg por tonelada de materia seca para NO_3 , P_2O_5 y K_2O respectivamente (INIFAP, 2006)

Chile Jalapeño.- Se estableció una meta de rendimiento de 30 ton ha^{-1}, una extracción de Nitrógeno de 6 kg de N por tonelada de fruto (producto en verde) y 2.0 kg de P_2O_5 por tonelada de fruto (Figueroa, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSION

ESTIMACION DE LAS NECESIDADES DE N,P,K DE LOS CULTIVOS:

MAIZ FORRAJERO.

La meta de rendimiento de 20 ton ha^{-1} de materia seca para el maíz forrajero se definió en base a las producciones de los nuevos híbridos de maíz forrajero obtenidas en parcelas demostrativas establecidas en la p.p. Granja Ana publicados en el año 2014 y en trabajos de investigación realizados en la Región Lagunera publicados del 2013 al 2014 (Martínez *et al* 2013; Martínez *et al* 2014; Faz *et al* 2014 y Castillo *et al* 2014) donde en promedio se obtuvieron rendimientos de materia seca superiores a las 20 ton ha^{-1}.

Requerimientos de Nitrógeno:

En el Cuadro 1 se presentan las necesidades de Nitrógeno para el cultivo de maíz forrajero estimadas para producir 20 ton ha^{-1} de materia seca; estas necesidades varían en un rango de 323 a 445 kg ha^{-1} de Nitrógeno, presentando los requerimientos más altos los el ejido Francisco Márquez y el más bajo el ejido González Ortega. Considerando estos requerimientos de Nitrógeno, este se podría suministra utilizando como fuente de este nutriente a la urea o el sulfato de amonio, para lo cual se requeriría aplicar de 703 a 968 kg ha^{-1} de urea y de 1577 a 2172 kg ha^{-1} de sulfato de amonio.

Cuadro 1.- Necesidades de Nitrógeno promedio para los suelos de los diferentes ejidos para producir 20 ton ha^{-1} de materia seca de maíz forrajero

Ejido	Suelo		Cultivo		Fertilizante	
	NO_3 (mg kg^{-1})	NO_3 (kg ha^{-1})	Extracción de NO_3 (kg ton^{-1})	NO_3 Requerido (kg ha^{-1})	Urea (kg ha^{-1})	Sulfato de amonio (kg ha^{-1})
Amoles	8.4	34	14.0	433	942	2113
Animas	6.7	28	14.0	439	955	2142
Labor de Guadalupe	11.2	45	14.0	421	916	2055
Buenavista	7.0	28	14.0	439	954	2141
Francisco Márquez	5.0	21	14.0	445	968	2172
Héroes de México	5.7	23	14.0	444	965	2164
Niños Héroes	5.9	24	14.0	443	962	2159

Rodeo	10.3	42	14.0	425	924	2073
Santa Bárbara	16.0	63	14.0	404	878	1971
Abasolo	7.5	30	14.0	436	949	2129
San Salvador de Orta	10.4	40	14.0	427	928	2082
González Ortega	22.8	92	14.0	374	814	1826

Requerimiento o necesidades de Fosforo:

En el Cuadro 2 se presentan las necesidades de fosforo como P_2O_5 para el maíz forrajero, están necesidades varían en un rango de 33 a 171.1 kg de P_2O_5 las cuales se pueden abastecer suministrando de 65 a 342 kg de fosfato mono amónico (MAP)

Cuadro 2.- Necesidades de Fosforo promedio para los suelos de los diferentes ejidos para producir 20 ton ha^{-1} de materia seca de maíz forrajero

Ejido	Suelo		Cultivo		Fertilizante
	P-Olsen (mg kg^{-1})	P (kg ha^{-1})	Extracción P_2O_5 (kg ton^{-1})	Requerimiento de P_2O_5 (kg ha^{-1})	MAP (kg ha^{-1})
Amoles	16.4	64.6	5.6	38.2	76.5
Ejido Animas	2.9	11.3	5.6	160.5	320.9
Labor de Guadalupe	5.3	21.4	5.6	137.3	274.6
Buenavista	1.7	6.6	5.6	171.1	342.1
Francisco Marques	3.8	16.4	5.6	148.6	297.2
Héroes de México	2.5	10.1	5.6	163.2	326.5
Niños Héroes	7.0	28.1	5.6	122.0	244.0
Ejido Rodeo	6.3	25.4	5.6	128	256
Santa Bárbara	4.0	16.0	5.6	149.5	299.1
Abasolo	3.8	15.6	5.6	151	301
San Salvador de Orta	6.3	24.2	5.6	131	262
González Ortega	17.0	67.1	5.6	33	65

Requerimiento de Potasio:

De acuerdo la disponibilidad de este nutriente en el suelo, no se requiere su aplicación, sin embargo se requiere realizar un muestreo foliar para determinar si este nutriente lo absorbe la planta en cantidades necesarias o existe un déficit.

ALFALFA:

Los nutrientes que la alfalfa requiere en mayores cantidades son: el Nitrógeno, Potasio, Fosforo y el Calcio y de los micros son el Boro, Cobre, Fierro y Manganeso

Requerimientos de Nitrógeno:

La alfalfa es una leguminosa. Las bacterias del genero Rizobium viven en simbiosis con las raíces de este cultivo donde forman nódulos, en estos nódulos la bacteria convierte el Nitrógeno atmosférico a Nitrógeno disponible para la planta, a este proceso se le llama fijación de Nitrógeno. La cantidad de Nitrógeno fijado por estos microorganismos es muy variable y depende principalmente del pH, disponibilidad de Fosforo y condiciones e salinidad del suelo así como la variedad de cultivo. La cantidad de Nitrógeno fijado por hectárea por año varia en el rango de 150 a 250 Kg de N por hectárea por año (IPNI, 2012). Estudios recientes utilizando técnicas isotópicas (Campillo *et al* 2003) en suelos ricos en materia orgánica (13%) y una gran cantidad de Fosforo disponible en el suelo (29 ppm de P) indican que la alfalfa alcanza su máxima fijación hasta el tercer año, siendo estas fijaciones de 158, 669 y 770 Kg de N ha^{-1} para el primero, segundo y tercer año respectivamente.

Existe cierta controversia en la respuesta de este cultivo a la aplicación de Nitrógeno; sin embargo algunos trabajos realizados en Arizona han demostrado la repuesta de la alfalfa a la aplicación de este nutriente, cuando se aplicaron 205 Kg de N ha^{-1}, produjeron un rendimiento de 47.9 ton ha^{-1} y cuando la dosis fue de 570 Kg de N ha^{-1}, los rendimientos fueron de 59.5 ton ha^{-1}. Esto represento un incremento en el rendimiento del 20%.

En el Cuadro 3 se presentan las necesidades de nitrógeno para producir 20 ton/ha de m.s estas verían en un rango de 1221 a 1262 Kg ha^{-1} de nitrógeno.

Cuadro 3.- Necesidades de Nitrógeno para los suelos de los diferentes ejidos para la producción de 20 ton ha^{-1} de materia seca de alfalfa

Ejido	Suelo			Cultivo		Fertilizantes	
	NO_3 (mg Kg^{-1})	NO_3 (Kg ha^{-1})	N-Biol. (Kg ha^{-1})	Extracción (Kg ton^{-1})	Requerido (Kg ha^{-1})	Urea (Kg ha-1)	S.A. (kg ha^{-1})
Amoles	8.4	34	250	38.5	1203	2616	5870
Animas	6.7	28	250	38.5	1256	2730	6126
Labor de Guadalupe	11.2	45	250	38.5	1238	2691	6039
Buenavista	7.0	28	250	38.5	1256	2730	6125
Francisco Márquez	5.0	21	250	38.5	1262	2743	6156
Héroes de México	5.7	23	250	38.5	1260	2740	6148

Niños Héroes	5.9	24	250	38.5	1259	2738	6143
Rodeo	10.3	42	250	38.5	963	2094	4699
Santa Bárbara	16.0	63	250	38.5	1221	2654	5955
Abasolo	7.5	30	250	38.5	1253	2724	6113
San Salvador de Orta	10.4	40	250	38.5	1243	2703	6066
González Ortega	36.2	143	250	38.5	1140	2478	5561

S.A.= sulfato de amonio

Requerimientos de Fosforo:

La alfalfa es uno de los cultivo que responde satisfactoriamente a las aplicaciones de fosforo durante el establecimiento y durante su ciclo de cultivo. En el cuadro 4 se presentan los requerimiento de este nutriente para los suelos de los diferentes ejidos, esto varían en un rango de 71.8 a 204.6 Kg de P_2O_5 por hectárea los requerimiento menores los presenta los suelos del ejido Amoles los cuales tienen en promedio en el suelo una concentración de 16.4 ppm de Fosforo. Ensayos realizados en Argentina indican que las mayores producciones de alfalfa se obtiene cuando la concentración de Fosforo en el suelo es de 40 ppm.

Cuadro 4.- Necesidades de Fosforo para los suelos de los diferentes ejidos para la producción de 20 ton ha^{-1} por año de materia seca de alfalfa

Ejido	Suelo		Cultivo		Fertilizante
	P-Olsen (mg Kg^{-1})	P (Kg ha^{-1})	Extracción P_2O_5 (Kg ton^{-1})	Requerimiento P_2O_5 (Kg ha^{-1})	MAP (Kg ha^{-1})
Amoles	16.4	64.6	6.6	71.8	143.6
Ejido Animas	2.9	11.3	6.6	194.1	388.1
Labor de Guadalupe	5.3	21.4	6.6	170.9	341.8
Buenavista	1.7	6.6	6.6	204.6	409.3
Francisco Márquez	3.8	16.4	6.6	182.2	364.3
Héroes de México	2.5	10.1	6.6	196.8	393.6
Niños Héroes	7.0	28.1	6.6	155.6	311.2
Ejido Rodeo	6.3	25.4	6.6	162	323.0
Santa Bárbara	4.0	16.0	6.6	183.1	366.2
Abasolo	3.8	15.6	6.6	184	368.0
San Salvador de Orta	6.3	24.2	6.6	165	329
González Ortega	17.0	67.1	6.6	66	132

Requerimientos de Potasio:

En base a los altos valores de la concentración de potasio de los suelos de los diferentes ejidos los cuales fluctúan en un rango de 226 a 737 mg Kg^{-1} de suelo, no es necesario la aplicación de este nutriente al cultivo de la alfalfa, sin embargo es necesario realizar un muestreo foliar para identificar deficiencias de este nutriente y justificar su aplicación

CHILE JALAPEÑO:

Requerimientos de Nitrógeno (NO_3):

Para el cálculo de los requerimientos de Nitrógeno se considero una extracción de 6 Kg de N por tonelada de producto en fresco y se estableció una meta de rendimiento de 30 ton ha^{-1} . En el Cuadro 5 se presentan los requerimientos de Nitrógeno para el cultivo de chile en las diferentes localidades estos varían en un rango de 237 a 279 Kg de Nitrógeno por hectárea los requerimientos más bajos los presentan los suelos del ejido Santa Bárbara y los mas alto el ejido Héroes de México.

Cuadro 5. Requerimiento de Nitrógeno del cultivo de chile jalapeño para los suelos de los diferentes ejidos para producir 30 ton ha^{-1}

Ejido	Suelo		Cultivo		Fertilizante	
	N-NO3 (mg Kg^{-1})	N-suelo (Kg ha^{-1})	Extracción (Kg ton^{-1})	Requerido (Kg ha^{-1})	Urea (Kg ha^{-1})	S.A. (Kg $ha^{-1)}$
Amoles	8.4	34	6.0	266	579	1300
Animas	6.7	28	6.0	272	592	1329
Labor de Guadalupe	11.2	45	6.0	255	553	1242
Buenavista	7.0	28	6.0	272	592	1328
Francisco Márquez	5.0	21	6.0	279	606	1359
Héroes de México	5.7	23	6.0	277	602	1351
Niños Héroes	5.9	24	6.0	276	600	1346
Rodeo	10.3	42	6.0	258	562	1260
Santa Bárbara	16.0	63	6.0	237	516	1158
Abasolo	7.5	30	6.0	270	587	1316
San Salvador de Orta	10.4	40	6.0	260	565	1269
González Ortega	22.8	92	6.0	208	451	1013

Requerimientos de Fosforo (P_2O_5):

Para el cálculo de los requerimientos de Fosforo se considero una extracción 2 Kg de P_2O_5 por tonelada de producto fresco y una meta de rendimiento de 30 ton ha^{-1}.

Las necesidades de P_2O_5 varían en un rango de 0 a 55.4 Kg. Los suelos de ejido Amoles, Niños Héroes y Rodeo no requieren la aplicación de este nutriente y los requerimientos más altos son para los suelos del Ejido Buenavista (Cuadro 6)

Cuadro 6. Requerimiento de Fosforo del cultivo de chile jalapeño para los suelos de los diferentes ejidos para producir 30 ton ha^{-1}

Ejido	Suelo		Cultivo		Fertilizante
	P-Olsen (mg Kg^{-1})	P (Kg ha^{-1})	Extracción P_2O_5 (Kg ton^{-1})	Requerimiento P_2O_5 (Kg ha^{-1})	MAP (kg ha^{-1})
Amoles	16.4	64.6	2.0	No requiere	No requiere
Ejido Animas	2.9	11.3	2.0	74.3	148.6
Labor de Guadalupe	5.3	21.4	2.0	51.1	102.2
Buenavista	1.7	6.6	2.0	84.9	169.8
Francisco Márquez	3.8	16.4	2.0	62.4	124.8
Héroes de México	2.5	10.1	2.0	77.1	154.1
Niños Héroes	7.0	28.1	2.0	35.8	71.6
Ejido Rodeo	6.3	25.4	2.0	18	42.0
Santa Bárbara	4.0	16.0	2.0	63.3	126.7
Abasolo	3.8	15.6	2.0	28	64.0
San Salvador de Orta	6.3	24.2	2.0	20	45
González Ortega	17.0	67.1	2.0	-23	No requiere

Requerimientos de Potasio:

Al igual que los otros cultivos analizados, basados en las altas concentraciones de potasio en el suelo, no se requiere la aplicación de este nutriente, sin embargo se recomienda realizar un muestreo foliar, para decidir si se aplica este nutriente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los bajos contenidos de Nitrógeno y Fosforo de los suelos de los diferentes ejidos indican que estos no están en cantidades suficientes para abastecer la demanda de los cultivos por lo que la fertilización se hace indispensable para lograr rendimientos económicamente redituables.
- Se propone la implementación de un programa o proyecto nutrición vegetal y fertilización para los cultivos de este modulo de riego, que permita alcanzar rendimientos potenciales económicamente rentables y lograr una mayor eficiencia en el uso del agua y energía eléctrica
- El programa o proyecto a establecerse deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) La selección adecuada de la variedad o genotipo de cada cultivo a establecerse así como su densidad de población y arreglo topológico

b) Determinar la demanda de agua del cultivo y la programación del riego de acuerdo a la cantidad y disponibilidad de agua de riego.

c) La selección adecuada del fertilizante en base a las siguientes características: el contenido de nutrientes del fertilizante, grado de solubilidad, contenido de sales, compatibilidad y costo del fertilizante y eficiencia de aprovechamiento

d) Determinar la eficiencia de aprovechamiento real del fertilizante factor importante para estimar las necesidades nutricionales de los cultivos

e) Evaluar y validar la respuesta de diferentes tipos de fertilizantes tales como los fertilizantes de lenta liberación o liberación controlada así como los biofertilizantes o inoculantes y el uso de fertilizantes orgánicos.

f) Validar y transferir tecnología en manejo de agua y uso eficiente de los fertilizantes

g) Establecer un programa de capacitación en los temas de ingeniería de riego y nutrición vegetal.

BIBLIOGRAFIA

Campillo R., R, Urquizo C.S., Pino N.I. y Montenegro B.A. 2003. Estimación de la fijación biológica de nitrógeno en leguminosos forrajeras mediante la metodología del ^{15}N. Agric. Tec. Vol. 63 n° 2.

Castillo R. A., Salazar S. L.M., Rosales S. R. Jiménez O. R 2014. Rendimiento de forraje y grano en híbridos de maíz evaluados en dos ciclos de cultivo en Durango Durango. Memorias de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pag.65-69

Faz C.,R, Reyes J. I, Anaya A. y Núñez H. G. 2014. Parcela demostrativa de híbridos de maíz y sorgo forrajeros para ensilar en la Comarca Lagunera Primavera 2014.

Figueroa V. U. 2009. Uso eficiente de fertilizantes en el cultivo de chile. Memorias del 4° día demostrativo Tecnología de Producción de Chile para Deshidratar. CENID-RASPA, Publicación especial.

INIFAP. 2006. Maíz forrajero de alto rendimiento. Libro Científico N° 3. . Centro de Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC). Campo experimental la Laguna

IPNI. 2012. 4R. Plant Nutrition. A Manual for Improving the Mangement nutrition

Jurado G., P., M. Lara C.R., y T. Saucedo R.A 2014. Paquete tecnológico para la producción de maíz forrajero en chihuahua. Folleto técnico N° 53 . Centro de Investigación Regional Norte Centro. INIFAP.

Martínez A. H.J., Carrillo A.J.S., Puente M. J.L., Espinoza B.A. y Ramírez L.J.H. 2013: Efecto de componentes de rendimiento y calidad de forraje en 12 híbridos de maíz en la Comarca Lagunera. Memorias de la XXV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED pag. 594-600.

Martínez A. H.J., Carrillo A.J.S. , Puente M.J.L. , Ruiz de la R. J.de D. y Lopez G.F. 2014. Comparación de rendimiento de 8 híbridos de maíz de alto potencial forrajero comparados con un testigo regional. Memorias de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pag.474-481

NOM. 2000. Norma Oficial Mexicana (NOM) NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de Fertilidad. Salinidad y clasificación de los Suelos, estudios, Muestreo y Análisis.

SIACON .2013. Sistema de información agroalimentaria de consulta.

USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA EN EL MONITOREO AMBIENTAL Y DELIMITACIÓN DE CUENCAS HIDROLOGICAS

Juan G. Martínez Rodríguez[1], Gerardo Barrera Camacho[2], Antonio Anaya Salgado[1], Arturo Reyes González[1], e Isidro Reyes Juarez[1]

[1] INIFAP – CIRNOC - Campo Experimental La Laguna. [2] INIFAP – CIRPAC – Campo Experimental Uruapan
e-mail: martinez.juanguillermo@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario es un sector empresarial ideal para la aplicación de sistemas de información geográfica (GIS) porque su fundamento es la utilización de recursos naturales que requieren conocer el movimiento, la distribución y/o la utilización de grandes cantidades de productos, bienes y servicios, en cuyo caso es cada vez más necesario conocer los datos de registro de las operaciones comerciales desde el campo hasta el mercado. Casi todos los datos provenientes de este sector tienen algún tipo de componente espacial y un GIS le permite visualizar la información que de lo contrario puede ser difícil de interpretar. El valor de los GIS en la agricultura y ganadería se incrementa de manera continua a medida que los avances y la mayor disponibilidad de la tecnología aceleran la necesidad y las oportunidades para la adquisición, gestión y análisis de datos espaciales en la granja y a lo largo de la cadena de valor de los productos agropecuarios (Pierce y Taylor, 2007).

Sin duda alguna, uno de los sectores más beneficiados y en el cual existen un sin número de aplicaciones de los sistemas de información geográfica es el sector ambiental. Los GIS poseen una gran cantidad de herramientas para manejar, analizar, visualizar y presentar de manera gráfica, en forma de mapas, la distribución espacial y temporal de fenómenos naturales o antropocéntricos que pueden presentar riesgos potenciales al medio ambiente y a la población en general (Goodchild, 2003; Mueller*, et al.,* 1994).

Uno de estos riesgos ambientales potenciales lo representan los sistemas de producción porcícola situados en el centro occidente del país. Aproximadamente el 40% del hato porcino se encuentra en la zona que incluye los estados de Querétaro, Guanajuato, y parte de los estados de Michoacán, y Jalisco. En esta región, existe una gran variación en tamaño y en el nivel tecnológico de las explotaciones, que van desde pequeñas unidades tradicionales de traspatio con unos cuantos cerdos, hasta modernas granjas con miles de vientres.

El uso del agua en las granjas es muy heterogéneo, así como también, el gran volumen de agua utilizado en las actividades de mantenimiento y limpieza de los hatos porcinos. Todas las descargas provenientes de esta actividad van a alimentar las corrientes de agua superficiales

(arroyos, ríos, etc.) y finalmente a depositase en los diferentes cuerpos de agua presentes en la región. Si se considera la gran cantidad de nutrimentos (N, P, K, Mg, etc.,) presentes en las descargas esto constituye un riesgo potencial tanto para la salud de la fauna acuática presente en los cuerpos de agua como para las poblaciones aledañas a éstos.

Por lo anterior, es de vital importancia detectar los sistemas de producción que debido a factores de manejo del hato y ambientales (clima, orografía, suelos, etc.,), así como a la localización de estos sistemas dentro de la cuenca presentan los mayores riesgos a contaminar las aguas superficiales y por ende los cuerpos de agua regionales con materia orgánica y nutrientes provenientes de la agricultura en general y en particular de las explotaciones animales intensivas.

El objetivo del presente trabajo es presentar una metodología utilizando tecnologías de la información como lo son los GPS y los GIS y que permiten identificar las áreas o cuencas que representan un mayor riesgo ambiental y en consecuencia con mayor potencial a contaminar los cuerpos de agua regionales en el área porcicola más importante de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región de estudio comprende 28 municipios en los que la porcicultura es de gran importancia desde el punto de vista socioeconómico (Figura 1). Éstos se sitúan dentro de la región hidrológica Lerma – Chapala – Santiago y comprenden los estados de Guanajuato, Jalisco y Michoacán. La principal corriente dentro de esta entidad es conocida como Río Lerma, el cual fluye de Oriente a Poniente en la Región Sur del Estado, y además en su tercio final constituye el límite austral de esta entidad con el estado de Michoacán. Con respecto al estado de Jalisco, la región hidrológica Lerma - Chapala – Santiago abarca la mayor parte del estado y es la región más importante del mismo, la principal corriente de esta región es el Río Grande Santiago que se origina en el Lago de Chapala y desemboca en el Océano Pacífico.

El sistema de información geográfica utilizado fue el ArcView GIS 3.2 (ESRI, 1999). La información básica utilizada para la generación de las corrientes de agua superficial, fueron los modelos de elevación digital (DEM por sus siglas en inglés) con una resolución espacial de 90 metros. La generación de las líneas de flujo concentrado (ríos y arroyos) se realizó utilizando la extensión HYDRO1.1 dentro del software Spatial Analyst 2.0.

También se utilizó la información cartográfica digital referente a edafología, así como la de vegetación y uso de suelo escala 1: 250,000 proveniente del INEGI (1999). La información climatológica fue extraída del Software ERIC II (IMTA, 2000b) y se utilizaron 52 estaciones con la información de precipitación (mm) y temperaturas máximas y mínimas mensuales (°C).

El escurrimiento superficial se determinó utilizando la metodología del Numero de Curva del Servicio de Conservación de Suelos (SCS US) de los Estados Unidos (Tarboton, *et al.,* 1996).

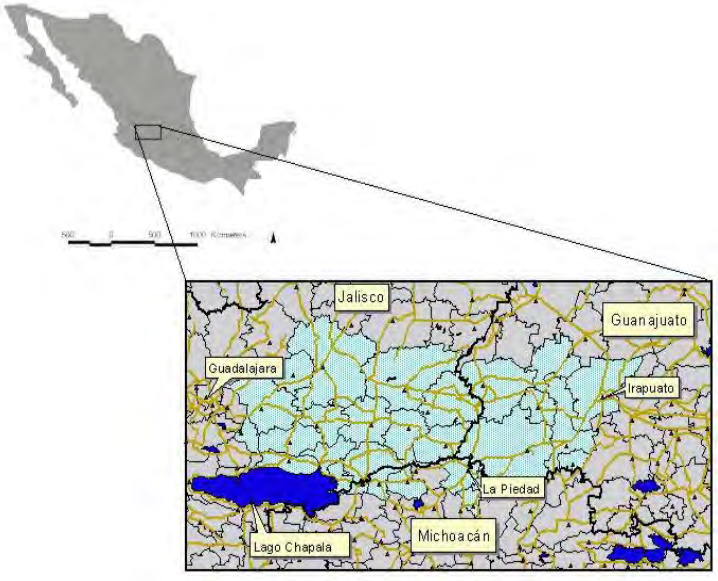


Figura1**.** Localización del área porcícola más importante de México.

Las granjas se georeferenciaron utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS; por sus siglas en ingles), y se incluyeron dentro de la base de datos del GIS del proyecto. Considerando únicamente la información geográfica de las granjas, el escurrimiento superficial y a través de un análisis de proximidad, dentro de ArcView GIS 3.2, con respecto a los ríos y arroyos, se determinaron aquellos que presentan un mayor riesgo potencial a ser contaminados por los desechos provenientes de las actividades agropecuarias.

RESULTADOS

Generalmente, la delimitación de áreas sigue como criterio el límite administrativo de la región, municipio, estado, determinados por el Gobierno Federal. Sin embargo, los procesos hidrológicos no siguen estos lineamientos, dado que se circunscriben en áreas cuya precipitación pluvial converge y el escurrimiento se transporta a un punto de salida común. Así pues, en la Figura 2 se presentan las diferentes micro-cuencas, menores de 10,000 ha, que fueron generadas utilizando un procedimiento automatizado para su extracción utilizando como parámetros de entrada 10,000 celdas en el tema de flujo acumulado para la definición de ríos y arroyos, y 100,000 celdas en el tema de dirección de flujo para la delineación de microcuencas.

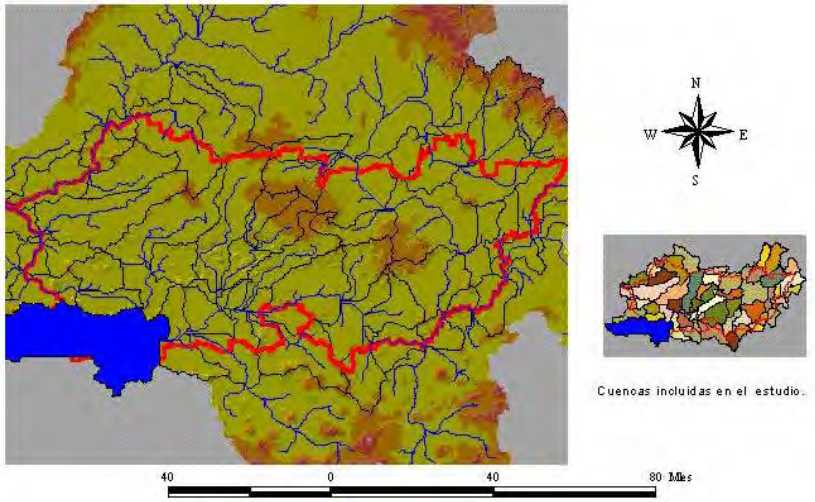


Figura 2. Delimitación de las microcuencas y ríos y arroyos a partir del DEM,

La distribución espacial de la precipitación se presenta en la Figura 3, se observa que existe un gradiente de precipitación en la dirección ESTE – OESTE; la precipitación media registrada es de 769 mm, aproximadamente y el rango de precipitación va desde 1151 hasta 391 mm, presentándose las menores precipitaciones en el estado de Guanajuato y las mayores en Jalisco.

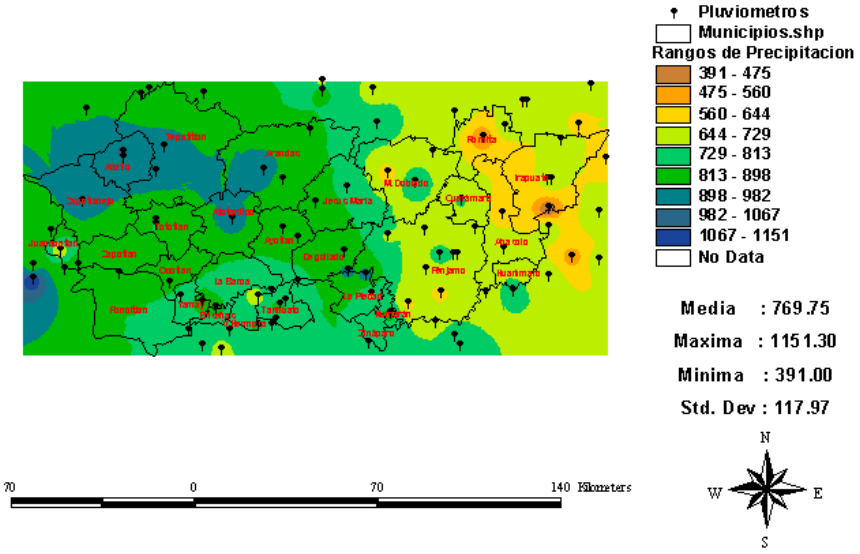


Figura 3. Distribución espacial de la precipitación en el área de estudio en mm.

La distribución espacial del escurrimiento superficial se presenta en la Figura 4. Para el cálculo de este parámetro se consideró la cartografía de uso de suelo y vegetación así como el DEM para estimar pendientes y la cartografía digital de edafología. Se observa que existe un

gradiente de escurrimiento superficial en la dirección ESTE – OESTE; el rango de escurrimiento va desde 200 hasta 964 mm, presentándose los valores más bajos en el estado de Guanajuato y los más altos en Jalisco.

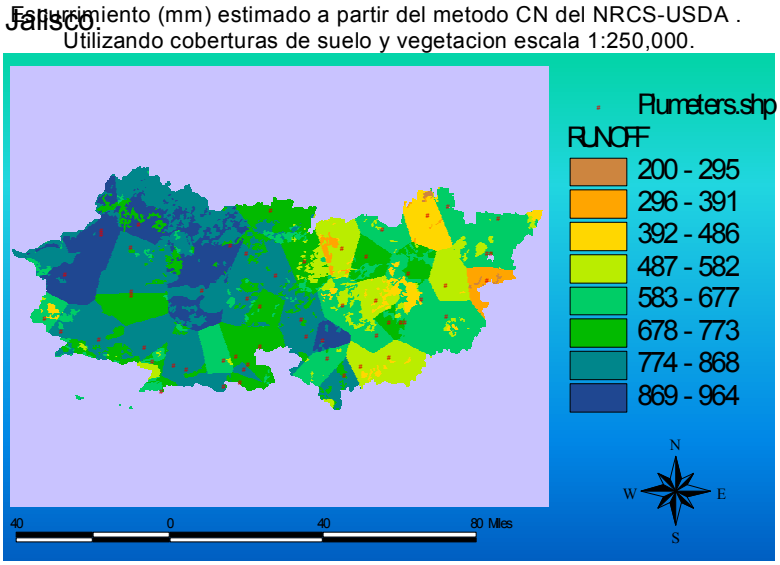


Figura 4. Distribución espacial del escurrimiento en el área de estudio en mm.

La Figura 5 presenta la producción de nitrógeno por la ganadería municipal en el área de estudio, siendo el nitrógeno muy soluble y fácilmente transportado en el agua, representa un riesgo potencial si alcanza a llegar a los cuerpos de agua tanto superficial como subterráneo. La intensidad del color indica la mayor o menor cantidad de nitrógeno producido por la ganadería local; se observa que los municipios de Pénjamo en Guanajuato y Zapotlanejo y Pantitlan en Jalisco son los que presentan la mayor cantidad de nitrógeno estando en el rango de 3.38 – 6.23 toneladas de nitrógeno por año.

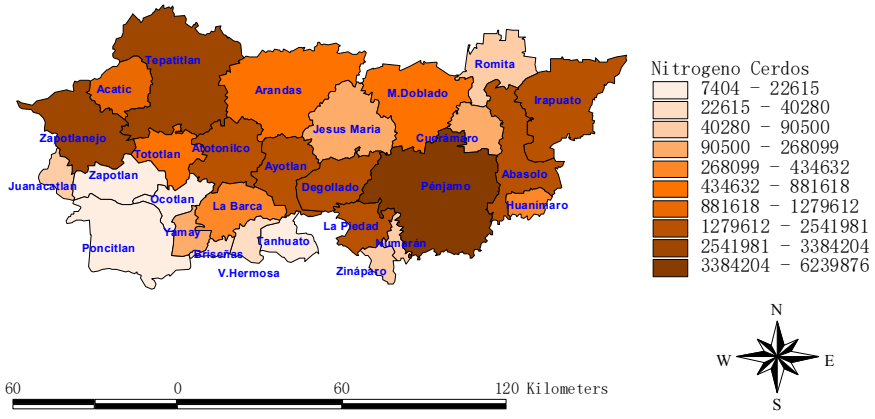


Figura 5. Distribución espacial del nitrógeno en excretas por municipio (Kg).

La Figura 6 presenta el análisis de proximidad considerando como entrada la cartografía digital de escurrimiento, nitrógeno producido municipal, ríos, arroyos y posición geográfica de las granjas. Como se puede apreciar, las micro cuencas consideradas en este estudio con mayor potencial a contaminar las aguas superficiales y cuerpos de agua regionales se encuentran situadas en las cuencas Lerma – Chapala y en la del Río Verde Grande. Los municipios incluidos en la primera son: Pénjamo, La Piedad, Numarán, Ayotlán y Degollado. Mientras que en la segunda se incluyen solamente Tepatitlán y Acatic. Cabe mencionar que los factores: vegetación, suelo, precipitación, y el escurrimiento son completamente diferentes en estas dos áreas.

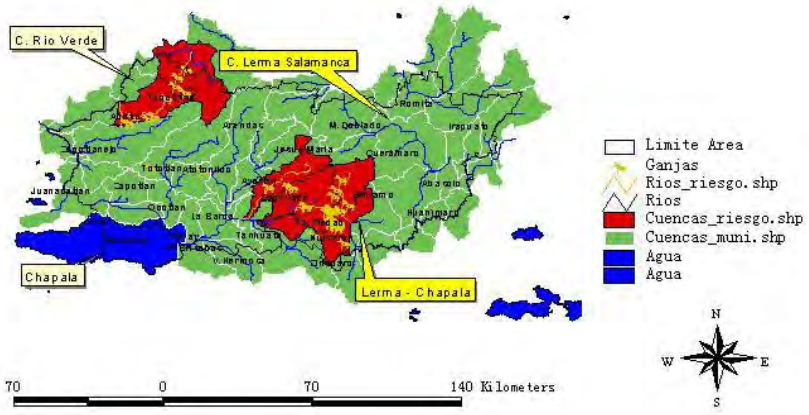


Figura 6. Microcuencas consideradas bajo ~~ri~~esgo" e identificadas como prioritarias para desarrollar investigación.

CONCLUSIONES

El uso de sistemas de información geográfica facilita la generación de ríos y arroyos a partir de los modelos de elevación digital del terreno. La distribución espacial de la precipitación presenta un gradiente de precipitación en la dirección ESTE – OESTE. También, se observa que existe un gradiente de escurrimiento superficial en la misma dirección y el rango de escurrimiento va desde 200 hasta 964 mm.

Los municipios de Pénjamo en Guanajuato y Zapotlanejo y Pantitlán en Jalisco son los que presentan la mayor cantidad de nitrógeno estando en el rango de 3.38 – 6.23 toneladas de nitrógeno por año y las microcuencas consideradas en este estudio ~~ba~~jo riesgo" se encuentran situadas en los municipios de Pénjamo, La Piedad, Numarán, Ayotlán y Degollado en la cuenca Lerma – Chapala y en Tepatitlán y Acatic en la cuenca del Río Verde Grande.

BIBLIOGRAFÍA

ESRI (1999), *ArcView 3.2*, GIS, Environmental Systems Research Institute, Inc., New York.

IMTA (2000b), *Programa extractor rápido de información climática, ERIC versión 2.0*, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Base de datos (CD_ROM computer file), Morelos, México.

INEGI (1999), Conjunto de datos vectoriales, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Historia, México.

INEGI (1979, 1982, 1983), Mapas edafológicos, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Historia, México.

Goodchild, M. F. 2003. Geographic information science and systems for environmental management. Annu. Rev. Energy Environ. 28: 493 - 519.

Mueller, D.K., A. Hamilton P., R. Helsel D., J. Hitt K., C. Ruddy B., S. Tim U., y R. Jolly. 1994. Evaluating agricultural nonpoint-source pollution using integrated geographic information systems and hydrologic/water quality model. J. Environ. Qual. 23, 25–35.

Pierce, F.J. and D. Clay. 2007. GIS Applications in Agriculture. GIS Aplication in Agriculture Series. CRC Press, Taylor & Fracis Group. Boca Raton – London – New York.

Tarboton, D.G., L. Bras R., y I. Rodriguez-Iturbe. 1996. On the extraction of channel networks from digital elevation data. Hydrol. Processes 5, 81–100.

EFECTO DE LLUVIA SÓLIDA EN LA SUPERVIVENCIA DE MEZQUITE (*Prosopis laevigata*) Y CHAMIZO (*Atriplex canescens*) EN UNA ZONA ÁRIDA DE CHIHUAHUA

Gabriel Sosa Pérez [(1)]; David Efraín Hermosillo Rojas [(1)]; Pedro Jurado Guerra [(1)]; José Luis García Pérez [(1)]; Manuel Alarcón Bustamante [(1)]

[(1)] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental ~~L~~La Campana" Km. 33.3 Carretera Chihuahua-Ojinaga. Aldama, Chihuahua, México. CP. 32910. sosa.gabriel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores que llevan al fracaso de las plantaciones forestales durante los primeros años de establecimiento es la mortalidad de la planta por efecto de la sequía. La sequía y otros factores han sido la causa de que a nivel nacional las tasas de supervivencia sean bajas. Por ejemplo, a nivel nacional el nivel de supervivencia de las plantaciones establecidas en México en 2014 fue de 56%, y este valor fue más de cinco puntos porcentuales con respecto a los registrados en el periodo 2010-2013 (CONAFOR, 2016). Para las zonas áridas y semiáridas del estado de Chihuahua los mismos informes reportan valores de supervivencia de tan sólo 33%. Ante estas estadísticas es necesario implementar técnicas y nuevas tecnologías que permitan incrementar los índices de supervivencia, especialmente sobre aquellos sitios con baja precipitación y sin posibilidades de riegos auxiliares debido a la escasez de agua o a la falta de recursos económicos. Algunos estudios han reportado que se ha incrementado la supervivencia al reducir el estrés postransplante mediante la mejora de las condiciones microambientales con el uso de ecotecnologías, como tubos protectores, empajados, polímeros retenedores de humedad, enmiendas inorgánicas y restos de corta (Vilagrosa *et al*., 2005; Piñeiro *et al*., 2013). Dentro de éstas, una técnica que se ha incrementado en los últimos años es la adición de polímeros retenedores de humedad, también conocido como hidrogel o lluvia sólida. La lluvia sólida es un polímero biodegradable hecho a base de poliacrilato de potasio que al contacto con el agua se convierte en gel y absorbe alrededor de 200 veces su peso en agua (AGRICULTURERS, 2016).

A pesar de su incremento en el uso para plantaciones forestales hay escasa información sobre el efecto de dichos retenedores en la supervivencia y no se han realizado evaluaciones para las diferentes condiciones ambientales del norte de México y en específico para las zonas áridas y semiáridas del estado de Chihuahua. Por tal razón, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la lluvia sólida en la supervivencia a un año de una plantación de mezquite (*Prosopis laevigata*) y chamizo (*Atriplex canescens*) en una zona árida del estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La plantación experimental se realizó al norte del estado de Chihuahua, específicamente en el municipio de Nuevo Casas Grandes. El sitio de plantación se localiza en las coordenadas 30° 50' 35.55" Latitud Norte y 107°56' 20.05" Longitud Oeste, a una altitud de 1420 msnm. El clima predominante en la región es muy seco templado [BWkw(x')] y la temperatura media anual varía entre 12 y 18 °C (INEGI, 2003). La precipitación media anual es de 312 mm, con régimen de lluvias en verano (INIFAP, 2006). La precipitación invernal es mayor de 10.2% del registro anual (INEGI, 2003).

La plantación se realizó el 27 de julio de 2017 con planta de mezquite de seis meses de edad y planta de chamizo de un año. La planta fue producida en bolsas negras de polietileno en un vivero ubicado en la ciudad de Delicias, Chihuahua. El diámetro promedio de la planta de mezquite fue de 2.8 ± 0.7 mm con una altura promedio de 14.7 ± 3.0 cm, mientras que para el chamizo el diámetro fue de 2.5 ± 0.8 mm con una altura promedio de 17.3 ± 7.0 cm. La plantación experimental se realizó dentro de un área de otro proyecto de restauración donde se hicieron bordos en curvas a nivel para retener escurrimientos en un área total de 35 hectáreas. La distancia promedio entre bordos fue de 12 m y entra cada bordo se realizaron terrazas individuales para mayor captación de agua y conservación de humedad. La excavación en la terraza fue de 30 cm de profundidad y con un diámetro aproximado de 60 cm. La pendiente del terreno es alrededor del 3%.

El diseño experimental consistió en cuatro tratamientos (dosis del polímero o hidrogel) y un tratamiento extra que consistió en la adición de 0.3 kg de biosólidos en cada planta. Los biosólidos son un subproducto orgánico de las plantas de tratamiento de aguas residuales y diferentes estudios han reportado que retiene la humedad y ayuda en la infiltración de agua de lluvia en el suelo (Moffet *et al*., 2005; Jurado *et al*., 2006). Las dosis de hidrogel por planta fueron 3 g, 6 g, 9 g y 0 g (considerado como testigo). La unidad experimental o repeticiones fueron líneas de 25 plantas distribuidos completamente al azar con cinco repeticiones dando un total de 500 plantas por especie y 1000 plantas en todo el experimento. Después de la plantación el 27 de julio de 2017 se realizaron evaluaciones de supervivencia el 30 de agosto, 11 de noviembre del mismo año y la evaluación final el 7 de junio de 2018. Para fines prácticos cada evaluación es presentada como agosto, noviembre y junio. Para los datos exactos de precipitación durante el periodo de estudio se utilizó un pluviómetro de balancín con data logger instalado en el sitio de plantación. Para el análisis estadístico de datos se realizó un análisis de

varianza utilizando el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.3. Las diferencias estadísticas se declararon con una probabilidad de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de supervivencia en mezquite para la primera evaluación realizada en agosto fueron del 62 al 81% (Figura 1), pero sin diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (p=0.53). El testigo tuvo el mayor porcentaje de supervivencia con 81±8.9%, mientras que el resto de los tratamientos tuvieron una media entre 62 y 69%.

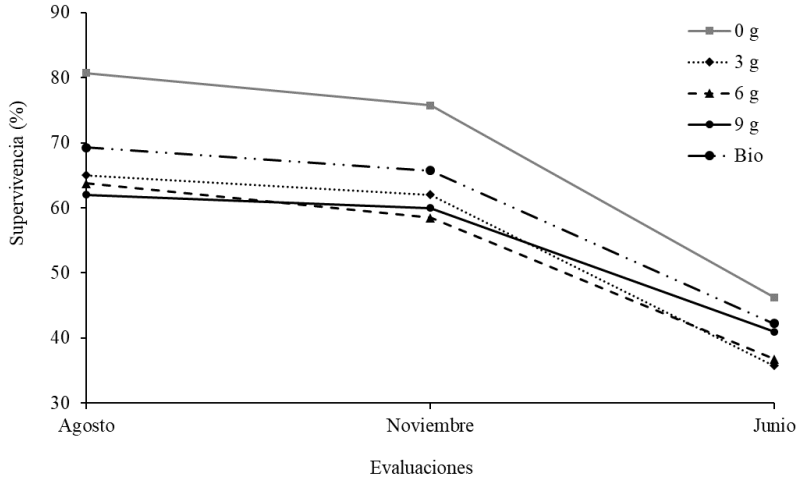


Figura 1. Supervivencia de mezquite por tratamiento y por fecha de evaluación, correspondiendo a agosto 2017, noviembre 2017 y junio 2018.

A casi cuatro meses de la plantación, en noviembre de 2017, la supervivencia tuvo un ligero decremento en todos los tratamientos (Figura 1). El rango en las medias fue del 59 al 76%, donde el testigo se mantuvo con el mayor porcentaje, pero de nuevo no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (p=0.57). A prácticamente un año después de la plantación la supervivencia decreció drásticamente, pues el rango entre los tratamientos fue del 36 al 46%, donde el valor mínimo correspondió a la dosis de 3 g, y el valor máximo al testigo, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En cuanto a la plantación de chamizo (Figura 2), los resultados fueron bastante similares durante la primera evaluación, excepto por el tratamiento de 6 g que tuvo el valor mínimo con el 61% de supervivencia, mientras que el resto de los tratamientos estuvieron sólo entre el 70 y

77% de supervivencia. La poca variación en supervivencia provocó que ningún tratamiento fuera significativamente diferente (p=0.11).

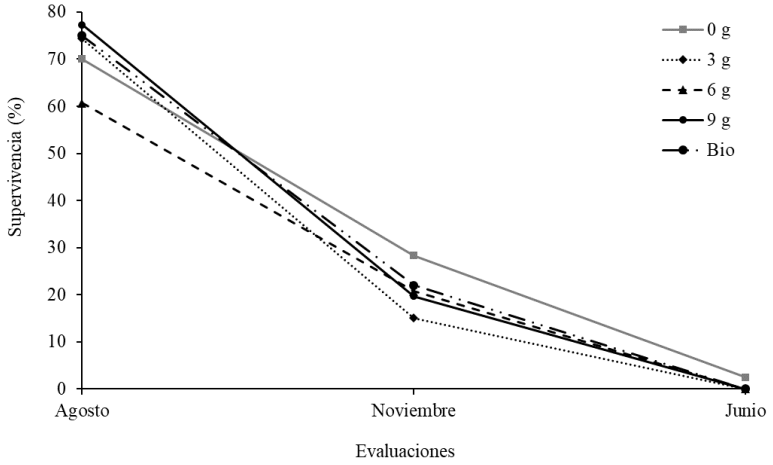


Figura 2. Supervivencia de chamizo por tratamiento y por fecha de evaluación, correspondiendo a agosto 2017, noviembre 2017 y junio 2018.

A escasamente cuatro meses de la plantación la supervivencia decreció drásticamente y los porcentajes fueron mucho más bajos en comparación al mezquite. El rango fue del 15 al 28%, donde el valor máximo corresponde al testigo y el mínimo al tratamiento de 3 g de hidrogel por planta. Estos valores bajos de supervivencia fueron prácticamente antes del periodo de sequía, y durante los meses de sequía éstas plantas no sobrevivieron, pues el resultado a un año de la plantación fue de prácticamente 100% de mortandad. Esto a pesar de un riego auxiliar que se aplicó a toda la plantación en el mes de abril de 2018.

La baja supervivencia en el mezquite y la mortandad de la planta de chamizo están posiblemente relacionados con la escasa precipitación durante el periodo de estudio. Esto probablemente provocó el rápido descenso de la humedad retenida por el hidrogel durante las precipitaciones después de la plantación, lo cual se reflejó en la nula diferencia en supervivencia entre los tratamientos. Hubo sólo dos eventos importantes de precipitación con 20 mm cada uno a los cuatro y cinco días después de la plantación (Figura 3). Después de dichos eventos los otros eventos de lluvia más significativos fueron el 15 y 19 de agosto con 15 y 24 mm de lluvia respectivamente. Fuera de estos eventos ningún otro evento de precipitación supero los 10 mm durante el periodo de estudio, y no se reportó lluvia después del 18 de noviembre de 2017 hasta la evaluación en junio de 2018. La precipitación total entre la fecha de

plantación y un año después fue de tan sólo 142 mm, lo cual es apenas el 45% de la precipitación media anual reportada en la región de estudio.

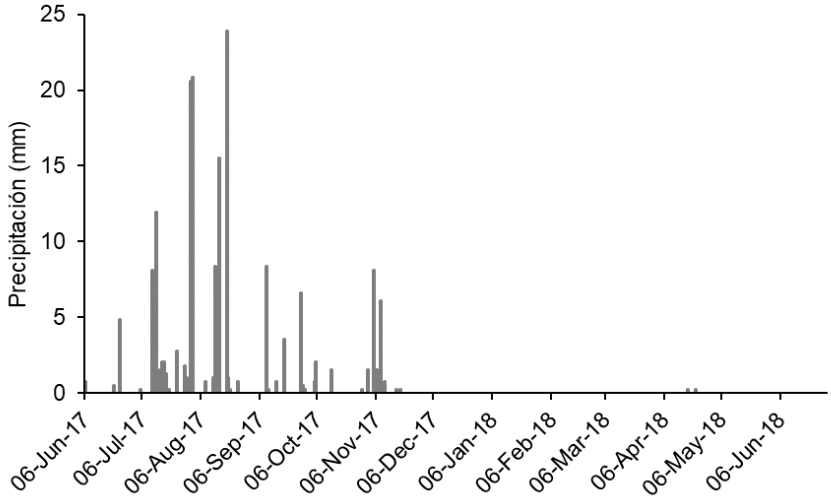


Figura 3. Precipitación por fecha de ocurrencia registrada en el sitio de estudio durante el periodo del 6 de junio de 2017 al 7 de junio de 2018. La fecha de plantación fue el 27 de julio de 2017.

La escasa precipitación después de la plantación y la falta de precipitación entre noviembre y junio sugieren que una vez deshidratado el hidrogel no hubo rehidratación pues a tan sólo cuatro meses después de la plantación no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos con el polímero. En un estudio similar donde se utilizó hidrogel para el establecimiento de *Pinus greggii* en Coahuila (García, 2017), no se encontraron diferencias significativas en la humedad promedio de 10 meses entre una dosis de 25 g de hidrogel por planta (40.03% de humedad) y el testigo (32.93% de humedad). De igual forma, no se reportó diferencia entre la supervivencia con una media de 83% para el tratamiento de hidrogel, contra 92% en el testigo. En otro estudio con dosis de hidrogel en la supervivencia y desarrollo de *Pinus arizonica* bajo condiciones de sequía extrema en Coahuila, tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dosis de 2.5, 5 y 7.5 g con una media general del 43% (Patricio, 2014).

CONCLUSIONES

A un año de establecida la plantación de mezquite y chamizo no hubo diferencias significativas de supervivencia entre diferentes dosis de hidrogel. Los resultados indican que la efectividad del polímero para retener la humedad en el suelo es muy corta en condiciones extremas de sequía,

en especial para las zonas áridas donde la precipitación es muy escasa. Aparentemente el contenido de humedad en el suelo retenido con el hidrogel se reduce aceleradamente y no hay la oportunidad de una rehidratación debido a los pocos eventos de lluvia. Esto genera una igualdad de condiciones en términos de humedad del suelo para los diferentes tratamientos durante los meses críticos de sequía que son de noviembre a junio y donde a pesar de riegos auxiliares aparentemente es muy difícil mantener al hidrogel hidratado. Es importante realizar este tipo de evaluaciones en diferentes condiciones ambientales que apoyen la toma de decisiones a los técnicos y productores forestales, especialmente en aquellos proyectos de reforestación donde se sabe que no será posible aplicar riegos auxiliares.

BIBLIOGRAFÍA

AGRICULTURERS, 2016. ¿Es la lluvia sólida una solución para la sequía en la agricultura? http://agriculturers.com/la-lluvia-solida-una-solucion-la-sequia-la-agricultura/ (Consultado el 08 de agosto de 2018).

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2016. Monitoreo de Restauración Forestal y Reconversión Productiva 2014. Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco, México. 276 p.

García, V. J.T. 2017. Sobrevivencia y crecimiento en una plantación de *Pinus greggii* Engelm. establecida con retenedores de humedad en Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 49 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2003. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua. 145 p.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias) 2006. Estadísticas Climatológicas del Estado de Chihuahua (Periodo 1961-2003). Centro de Investigación Norte Centro. Libro Técnico No. 1, 235 p.

Jurado-Guerra, P., D.B. Wester y E.B. Fish. 2006. Soil nitrate nitrogen dynamics after biosolids application in a tobosagrass desert grassland. *Journal of Environmental Quality*. 35: 641-650.

Moffet, C.A., R.E. Zartman, D.B. Wester y R.E. Sosebee. 2005. Surface biosolids application: Effects on infiltration, erosion, and soil organic carbon in Chihuahuan desert grasslands and shrublands. *Journal of Environmental Quality* 34: 299-311.

Patricio, H. N. 2014. Evaluación de tres dosis de hidrogel en la sobrevivencia y desarrollo de *Pinus arizonica* Engelm. Variedad stormiae Martinez plantados bajo condiciones de sequía extrema. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 58 p.

Piñeiro, J., F. T. Maestre, L. Bartolomé and A. Valdecantos. 2013. Ecotechnology as a tool for restoring degraded drylands: A meta-analysis of field experiments. *Ecological Engineering* 61:133-144.

Vilagrosa, A., J. Cortina, E. Rubio, R. Trubat, E. Chirino, E. Gill-Pelegrin y V.R. Vallejo. 2005. El papel de la ecofisiología en la restauración forestal de ecosistemas mediterráneos. *Invest. Agrar: Sist. Recur For*. 14: 446-461.

REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA DE ASTERACEAE Y FABACEAE DE IMPORTANCIA APÍCOLA EN EL VALLE DE POANAS Y MEZQUITAL, DURANGO.

Edith Abigail Hernández- Medina[*], María P. Castillo- González[**], Salvador- Acosta Castellanos[***], David Ramírez- Noya [**]

[*]Instituto Tecnológico Valle del Guadiana, [**] Instituto Politécnico Nacional-[-] Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango (IPN-CIIDIR- Dgo. Becarios de la COFAA-IPN, [***]Escuela Nacional de Ciencias Biológicas- IPN. Correo electrónico: abigailmedina@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Las familias Asteraceae y Fabaceae son importantes y preferenciales de la abeja *Apis mellifera* L. ya que les proporcionan en la mayoría de los casos, polen y néctar (Martínez-Hernández *et al*., 1993)

Actualmente en México se registran 3,005 especies nativas de Asteraceae, distribuidas en 392 géneros. Alrededor de 66% de las especies restringen su área de distribución al territorio nacional (Villaseñor *at al.,* 2007. La familia Fabaceae son la de plantas con flores más diversa del planeta con 727 géneros y 19,325 especies después de las orquídeas (Orchidaceae) y compuestas (Asteraceae) (Lewis *et al*., 2005).

Los sistemas de información geográficos (SIG) nos permiten obtener información sistemática y ecológica ya que las especies, géneros y familias no tienen una distribución aleatoria, ya que en su mayoría están confinados a unas áreas particulares y mediante los SIG se puede obtener información de la flora apícola como la determinación de áreas importantes de alimentación de las abejas (Llorente-Bousquets y Morrete, 2011)

La descripción de un área en donde se concentre información de uso de suelo, vegetación y datos socioeconómicos es posible a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG, resulta ser una herramienta adecuada por medio de la cual se puede conocer mejor la relación entra la relación de fauna y flora (Caciano *et al*., 2013)

El objetivo de este trabajo es evaluar la distribución geográfica de Asteraceae Y Fabaceae de dos zonas de importancia apícola en el estado de Durango a partir de datos georrefenciados y el uso se SIG.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las colectas de las especies de las familias asteráceas y fabáceas de importancia apícola se realizaron en el Valle de Poanas y el Mezquital, los cuales se ubican en: Valle de Poanas que comprende los municipios de Poanas (23°58′00″ N, 104°03′00″ O), Vicente Guerrero (23º44´03”

N y 103º59´12" O), Nombre de Dios (23°51′00″ N, 104°14′00″ O) y Súchil (23°38′00″ N, 103°55′00″ O). El municipio del Mezquital se encuentra en la parte sureste en el estado de Durango entre las coordenadas 23° 28' 22"N, y 104° 24' 40"O (INEGI, 2007) (Figura 1).

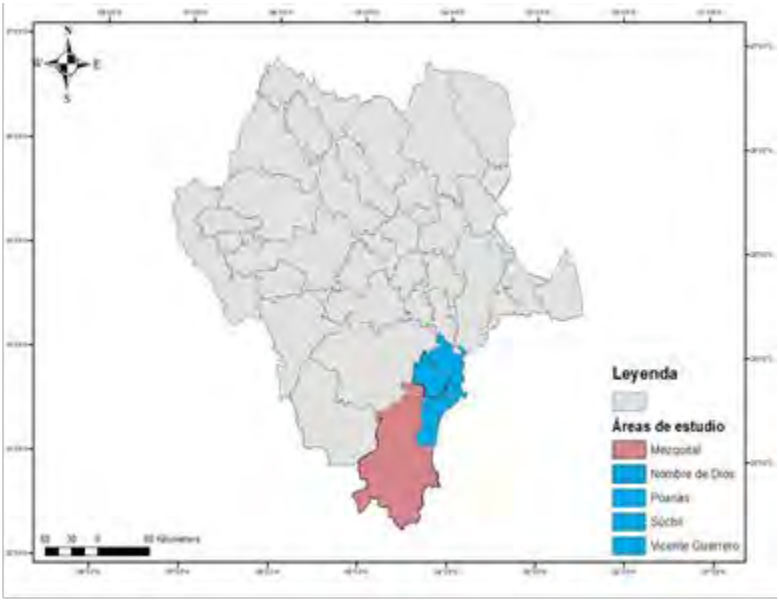


Figura 1. Ubicación de los municipios donde se realizaron las colectas de las especies de las familias asteráceas y fabáceas.

Para la obtención de datos de campo se realizaron colectas de manera directas de aquellas donde se observaron abejas (*Apis mellifera* L.), Para cada una de ellas se consideraron los siguientes datos: no. de ejemplar, municipio, altitud, latitud, longitud y se procedió a identificar las especies botánicas; después se elaboró una base de datos en exel con la información obtenida en campo. Con los datos de familia, género, especie y localidad, y se procedió a crear una capa de formato SHAPE. La capa cartográfica con la información de uso de suelo y vegetación para las dos áreas de estudio se obtuvieron del sitio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2003). Las coordenadas de donde se colectaron las especies como estaban en grados, minutos y segundos fueron transformadas de geográficas a coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM) guardadas en una capa de SHAPE donde se exportaron al programa Arcgis (ESRI, 2011), y unieron a la capa de vegetación para describir la distribución de las especies de asteráceas y fabáceas de importancia apícola, así como la ubicación de los apiarios y determinar en qué tipo de vegetación fueron ubicadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la base de datos se obtuvieron en total 49 ejemplares de las familias Asteraceae y Fabaceae con presencia de abejas *A. mellifera;* de estos, en el valle de Poanas se observaron 33 individuos pertenecientes a 23 géneros y 23 especies; las especies con el mayor número de individuos fueron *Viguiera dentata* y *Baccharias salicifolia* con tres individuos cada uno y *Crotalaria* sp con dos individuos (Figura 1). En el Mezquital se observaron 14 ejemplares referentes a 13 géneros y 13 especies, las especies con el mayor número de individuos en este municipio fue *Aster* sp y *Baccharis pteronoides* con 2 individuos cada uno (Figura 2). En la tabla 1, se presenta el número de género y especies por municipio.

Tabla 7.Géneros y especies de las áreas en estudio.

		Municipios	
Familia		Valle de Poanas	Mezquital
Asteraceae	Géneros	18	8
	Especies	20	7
Fabaceae	Géneros	5	5
	Especies	3	6

En la tabla 2, aparecen las superficies con los tipos de vegetación por municipio, el total de individuos de las especies vegetales de importancia apícola y de los apiarios. En dicha tabla, se observó que el mayor número de especies botánicas de las familias en estudio se encontraron en el tipo de vegetación denominado manejo agrícola que representa el 36% de superficie total del valle de Poanas donde 10 especies pertenecen a las asteráceas que fue la más abundante, con respecto a esto, Marzocca *et al.*, (1979) mencionan en su trabajo que probablemente sea la familia de plantas que aporta el mayor número de malas hierbas que afectan la agricultura bajo estos conceptos de puede sugerir que las abejas *A mellifera* se ven atraídas a los campos de cultivo por la presencia de las malezas (Tabla 2).

En el Mezquital, se observa nuevamente la tendencia a pecorear de las abejas en las zonas de manejo agrícola que representa 2% de la superficie total, albergando 6 especies de importancia

apícola entre asteráceas y fabáceas (Figura 2); 4 especies en matorral Espinoso (11.3 %). En este caso, este tipo de vegetación se considera como una más conservadas y se encuentran las especies nativas: *Acacia farnesiana* (L.) Willd. y *Acacia shaffneri* (S.Watson) F.J.Herm. Lo que coincide con Arce (2000).

Tabla 2. Áreas de los tipos de vegetación, localización de especies y apiarios

Localidad	Tipo de vegetación	Área (Ha)	Especies localizadas	No. de Apiarios
Valle de Poanas	Bosque de encino	12,115	0	
	Bosque de pino	13,346	0	
	Chaparral	21,822	0	
	Manejo agrícola	72,100	11	13
	Matorral espinoso	2,114	0	
	Matorral xerófilo	16,361	0	
	Mezquital-huizachal	2,642	0	
	Pastizal natural	60,119	12	8
Total		**200,619**	**23 especies**	**21**
Mezquital	Bosque de coníferas distintas a *Pinus*	2,14	0	
	Bosque de encino	78,234	2	
	Bosque de pino	203,794	1	
	Chaparral	3,9	0	
	Manejo agrícola	6,418	6	
	Matorral espinoso	3,526	4	3
	Matorral xerófilo	4,40	0	
	Pastizal natural	5,299	0	
	Selva baja caducifolia y subcaducifolia	21,909	0	
	Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	3,13	0	
Total		**319,180**	**13 especies**	**3**

Los géneros mas abundantes en las dos áreas fueron *Aster* (4 sp.) y *Acacia* (4 sp.) *Bidens* (2) Estos resultados concuerdan con lo reportado por Valenzuela-Nuñez (2012), quien menciona en su estudio que en los municipios de Cuencame y San Juan Guadalupe en Durango, que las familias asteraceas y fabaceas son las mas abundantes en matorrales. Aunque el género *Aster* no fue reportado por este autor probablemente debido a únicamente se estudiaron áreas de matorral y este género en este estudio está relacionado con orillas de camino, áreas de cultivo, zonas de urbanización, lo que coincide más mas con el trabajo de Rzedowski (2004).

En el estado de Durango los autores Márquez-Linares, (2005) realizaron un estudio que describe el desplazamiento de bosques por chaparrales y herbáceas (asteráceas) debido a la agricultura, la ganadería, incendios forestales, urbanización etc. mismas actividades observadas en las zonas de estudio, donde los géneros de *Aster*, *Biden* y *Baccharis* se localizaron en ambas áreas pueden estar aprovechando dichas condiciones. Así mismo el autor Meagher, (1994) localizaron estos géneros en zonas perturbadas.

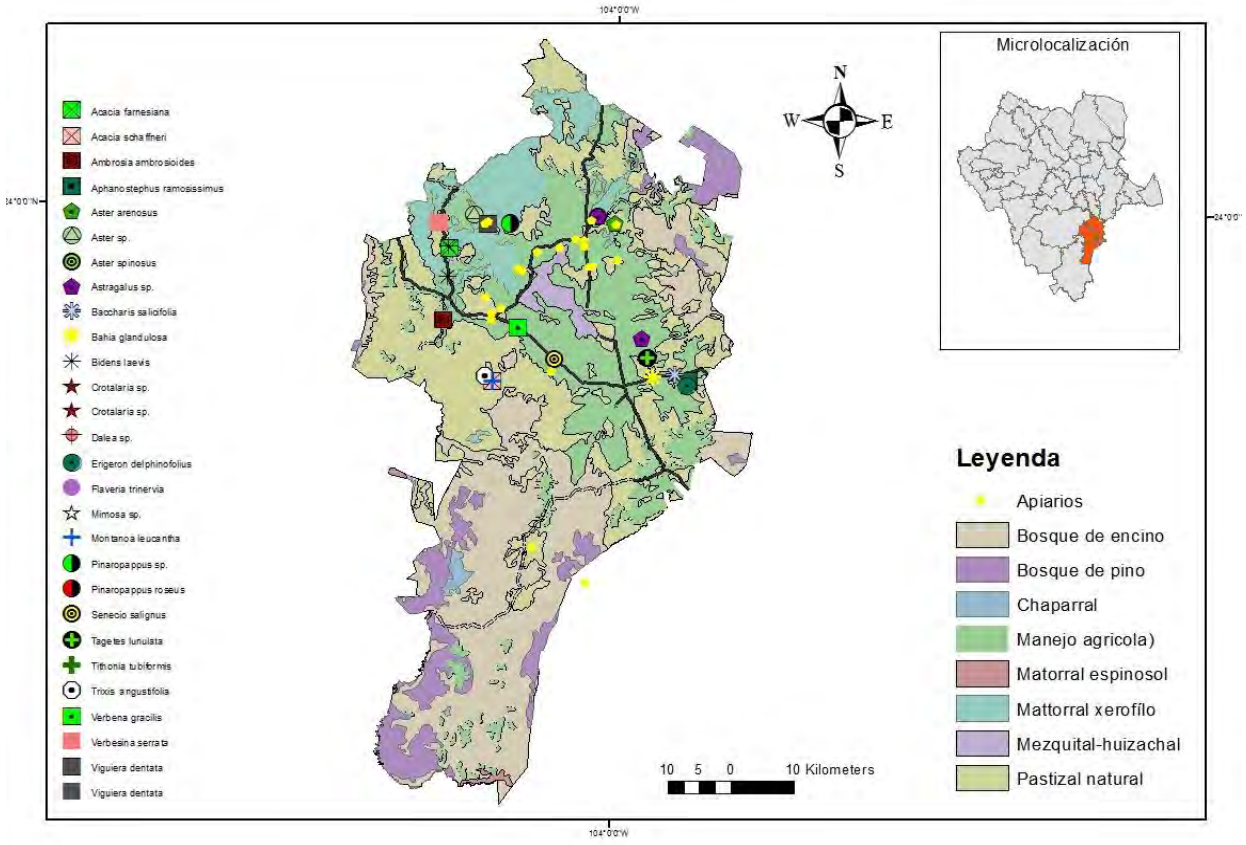


Figura 3.Especies de importancia apícola en el Valle de Poanas

Con respecto a los apiarios, se podría decir que en el valle de Poanas existe más desarrollo de apicultura y se cuenta con la vegetación suficiente para sostener esta actividad. En el caso de

los apiarios del mezquital todos fueron ubicados en una zona región y esta actividad apenas inicia en esta zona, pero aunque hay menor número de especies es un municipio sin mucha perturbación relativamente.

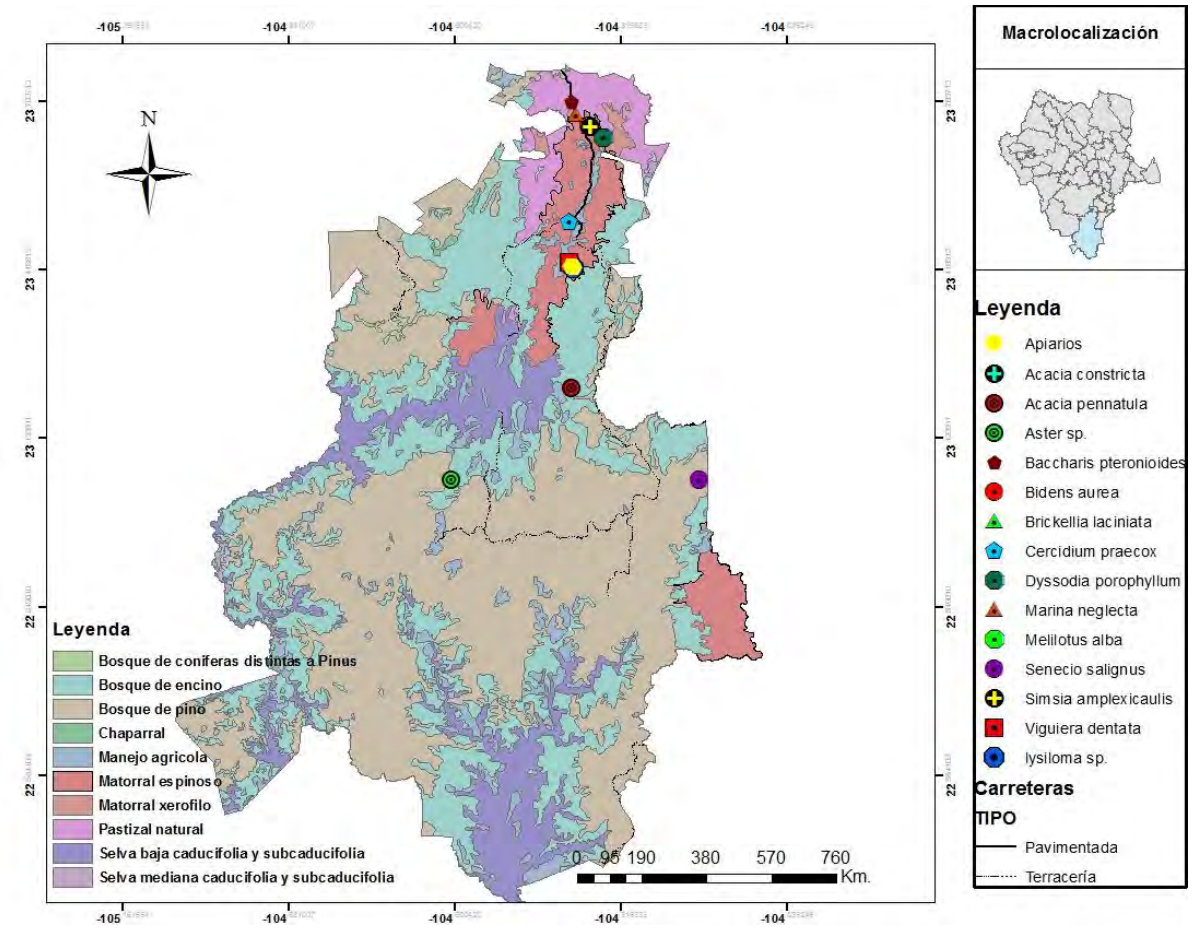


Figura 4. Especies de importancia apícola en el municipio del Mezquital

Los sistemas de información geográficos tienen parte fundamental sobre este estudio, ya que nos ayuda a obtener mayor información sobre las áreas de importancia apícola, y el efecto de las actividades antropológicas sobre estas áreas.

CONCLUSIÓN

El contar con herramientas del SIG, permite conocer la distribución en este caso de especies de la familia Asteraceae y Fabaceae y la importancia de estas en la alimentación de la abeja *A. mellifera*. Las especies encontradas en las dos áreas de estudio pueden son consideradas malezas, ya que se encuentran en áreas de disturbio, pero que son de importancia apícola. La localizaron de géneros de *Bidens, Bacharis* en los límites de vegetación agrícola y matorral espinoso, en el municipio de Mezquital, pueden indicar la perturbación de estos matorrales, por las cercanías a los campos de cultivo o ganadería.

AGRADECIMIENTOS

Al COCYTED: Caracterización polínica de mieles procedentes de los valles de Durango y el Mezquital, Durango, con claves: SIP-2018-RE/039; al proyecto: SIP-IPN: 20161358 por su apoyo financiero para la realización de dichos proyectos.

BIBLIOGRAFIA

Arce, M. L. R. 2000. The genus Acacia (Leguminosae, Mimosoideae) in the State of Oaxaca, México. In *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 58 (2): 251-302.

Caciano, R. T., Ávalos, J. E., Ramírez, G. D., Gonzalez, M. R., & Paredes, J. C. (2013). SIG para manejo de recursos naturales. *Agrofaz*, *13*(2).

ESRI, R. (2011). ArcGIS desktop: release 10. Environmental Systems Research Institute, CA.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2015. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades. 2016, from http://geoweb.inegi.org.mx/mgn2k/catalogo.jsp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Anuario Estadístico y geográfico de Durango de 2017. México: INEGI, c2017.pp 501

Lewis G.P., Schrire B., y Lock M. 2005. *Legumes of the World. Royal Botanic Gardens*, Kew. 592.

Llorente-Bousquets J., Morrete J.J. 2001 *Introducción a la biogeografía en latinoamerica teorias, conceptos, métodos, y aplicaciones.* Facultad de Ciencias, UNAM. Edo de México.

Márquez-Linares M. A. 2005. Reemplazo de áreas arboladas por chaparrales y comunidades herbáceas en el período 1970-2000 en una microcuenca de Durango, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM,* 58 pp 54-65.

Martínez-Hernández, E., Cuadriello-Aguilar J.I., Téllez-Valdéz, O., Ramírez-Arriaga, E., Sosa-Nájera, S., Melchor-Sánchez, J., Medina-Camacho, M. y S. Lozano-García, 1993. *Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región de Tacaná, México. Publicación especial del Instituto de Geología, U.N.A.M.*, 105 1-12

Marzocca, A., O.J. Márgico & O. Del Puerto, 1979. *Manual de malezas*. Buenos Aires, Hemisferio Sur.

Meagher, W. L. (1994). Lista de la flora espontanea del Jardín Botánico El Charco del Ingenio, San Miguel de Allende, Guanajuato (México). *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo complementario*

Rzedowski y Rzedowski, J. 2004. Manual de malezas de la región de Salvatierra, Guanajuato. *Flora del Bajío y regiones adyacentes*. Instituto de ecología. Pátzcuaro, Mich.1-45

Valenzuela-Núñez, L. M., M. Rivera-González, R. Trucios-Caciano y J. C. Ríos-Saucedo. 2013: Características ecológicas y dasométricas de dos comunidades con mezquite (Prosopis laevigata [Humb. et Bonpl. ex Willd] M. C. Johnston) en el estado de Durango. TECNOCIENCIA Chihuahua 7(1): 32-38.

Villaseñor, J. L., Maeda, P., Rosell, J. A., & Ortiz, E. (2007). Plant families as predictors of plant biodiversity in Mexico. *Diversity and Distributions*, *13*(6), 871-876.

EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE HIDROGEL EN LA SUPERVIVENCIA DE ENCINO (*Quercus emoryi*) EN UN CLIMA SEMISECO DE CHIHUAHUA

David Efraín Hermosillo Rojas [(1)]; Gabriel Sosa Pérez [(1)]; Pedro Jurado Guerra [(1)]

[(1)] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental ~~L~~La Campana" Km. 33.3 Carretera Chihuahua-Ojinaga. Aldama, Chihuahua, México. CP. 32910.
hermosillo.david@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales en zonas semiáridas están condicionadas por la disponibilidad de agua, especialmente en los periodos de máximo estrés hídrico. Esto y otros factores han sido la causa de que a nivel nacional las tasas de supervivencia sean bajas. A nivel nacional el nivel de supervivencia de las plantaciones establecidas en 2014 fue de 56%, y este valor fue más de cinco puntos porcentuales con respecto a los registrados en el periodo 2010-2013 (CONAFOR, 2016). Para las zonas áridas y semiáridas del estado de Chihuahua los mismos informes reportan valores de supervivencia de tal sólo 33%. Ante estas estadísticas es necesario implementar técnicas y nuevas tecnologías que permitan incrementar los índices de supervivencia, especialmente sobre aquellos sitios con escasa precipitación y sin posibilidades de riegos auxiliares debido a la escasez de agua o a la falta de recursos económicos. Algunos estudios han reportado que se ha incrementado la supervivencia al reducir el estrés postransplante mediante la mejora de las condiciones microambientales con el uso de ecotecnologías, como tubos protectores, empajados, polímeros retenedores de humedad, enmiendas inorgánicas y restos de corta (Vilagrosa *et al*., 2005; Piñeiro *et al*., 2013). Dentro de éstas, una técnica que se ha incrementado en los últimos años es la adición de polímeros retenedores de humedad, también conocido como hidrogel o lluvia sólida. La lluvia sólida es un polímero biodegradable hecho a base de poliacrilato de potasio que al contacto con el agua se convierte en gel y absorbe alrededor de 200 veces su peso en agua (AGRICULTURERS, 2016).

A pesar de su incremento en el uso para plantaciones forestales hay escasa información sobre el efecto de dichos retenedores en la supervivencia y no se han realizado evaluaciones para las diferentes condiciones ambientales del norte de México y en específico para las zonas semiáridas del estado de Chihuahua. Por tal razón, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres dosis de la lluvia sólida en la supervivencia a un año de una plantación de encino (*Quercus emoryi*) en una zona con clima semiseco del estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la zona centro del estado de Chihuahua. Específicamente en terrenos de la Colonia El Charco, municipio de Chihuahua, México. El sitio de plantación se localiza en las coordenadas 28° 23' 24.96" Latitud Norte y 106°9' 43.65" Longitud Oeste, a una altitud de 1720 msnm. El clima predominante en la región es semi seco templado [BS_1kw] y la temperatura media anual varía entre 12 y 18 °C (INEGI, 2005). La precipitación media anual es de 502 mm, con régimen de lluvias en verano (INIFAP, 2006). La precipitación invernal es menor al 5% del registro anual (INEGI, 2005). El tipo de suelo es Regosol eútrico que consiste en un suelo franco arenoso con capa rocosa a menos de un metro de profundidad y pobre en materia orgánica (INEGI, 2005). El tipo de vegetación es pastizal natural con bosque de encino.

La plantación se realizó el 28 de julio de 2017 con planta de encino de un año. La planta fue producida en bolsas negras de polietileno en un vivero ubicado en la ciudad de Delicias, Chihuahua. La plantación experimental se realizó dentro de un área de otro proyecto de restauración donde se realizaron obras de conservación de suelos y agua, que consistieron en zanjas trinchera y bordos en curvas a nivel en un área total de 30 hectáreas. La excavación en las zanjas fue de 50 cm de ancho lo mismo que de profundidad y con una longitud de cada zanja de 20 m de largo. Debido a la escasa precipitación las plantas de encino fueron plantadas dentro de las zanjas y el diseño consistió en cuatro tratamientos (dosis del polímero o hidrogel) distribuidos completamente al azar con cuatro repeticiones. Las dosis fueron 0 g (testigo), 3 g, 6 g y 9 g de polímero el cual se aplicó en seco debido a que las zanjas acumulan suficiente agua para hidratar al hidrogel durante los principales eventos de precipitación. La unidad experimental o repeticiones fueron líneas de 25 plantas dando un total de 400 plantas en todo el experimento. Después de la plantación se realizaron 4 evaluaciones de supervivencia (1, 2, 5 meses y un año después de la fecha de plantación. Con el fin de evaluar la humedad del suelo mezclado con el polímero se realizaron mediciones de contenido de humedad a cada planta con una sonda TDR 300 (Spectrum Technologies Inc), utilizando varillas de 12 cm de largo. Para el análisis estadístico de datos se realizó un análisis de varianza utilizando el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.3. Las diferencias estadísticas se declararon con una probabilidad de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La supervivencia al primer mes de la plantación tuvo una media general del 92% sin diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Figura 1). El testigo y el tratamiento de 3

g de hidrogel por planta tuvieron el mismo porcentaje con 88% y este valor incrementó para las dosis de 6 g y 9 g con una media de 92% y 99% respectivamente (Figura 1).

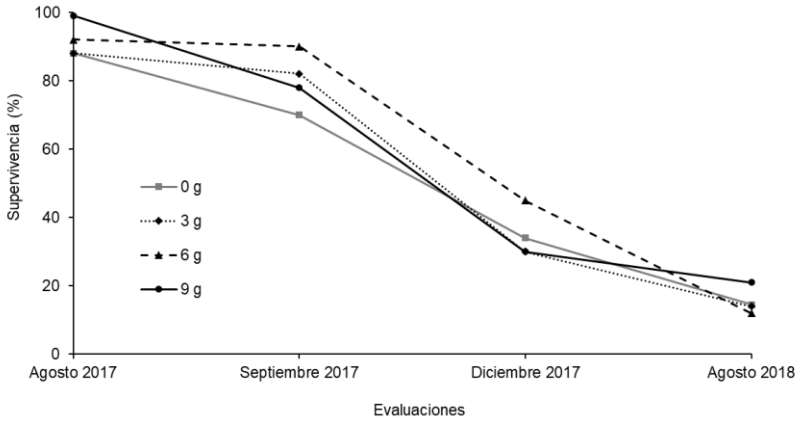


Figura 1. Supervivencia de encino por tratamiento y por fecha de evaluación.

A dos meses de la plantación, en septiembre 2017, la supervivencia tuvo un ligero decremento en todos los tratamientos, excepto por el tratamiento de 6 g que casi se mantuvo con una media de 90% (Figura 1). El resto de los tratamientos decrecieron a un rango entre el 70 y 82% sin diferencias estadísticamente significativas. A cinco meses después de la plantación la supervivencia decreció drásticamente, pues el rango entre los tratamientos fue del 30 al 45%, donde el valor mínimo correspondió a las dosis de 3 y 9 g, seguido por el testigo con 34% y el valor máximo fue para la dosis de 6 g, pero las diferencias tampoco fueron estadísticamente significativas.

A un año después de la plantación y después de todos los meses de sequía la media general disminuyo a tan sólo 15% y tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (p=0.90). El valor más bajo de supervivencia fue para el tratamiento de 6 g por planta con una media de 12% y la media incrementó a 14, 15 y 21% para los tratamientos de 3, 0 y 9 g, respectivamente (Figuras 1).

Con relación a la humedad del suelo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las mediciones (Figura 2). Los valores más altos de humedad fueron observados al mes de realizada la plantación (Figura 2a). En la figura 2a se muestra un ligero incremento en la media según la dosis de hidrogel, con valores de 29 a 31, 36 y 45% de contenido de humedad para las dosis de 0, 3, 6 y 9 g respectivamente.

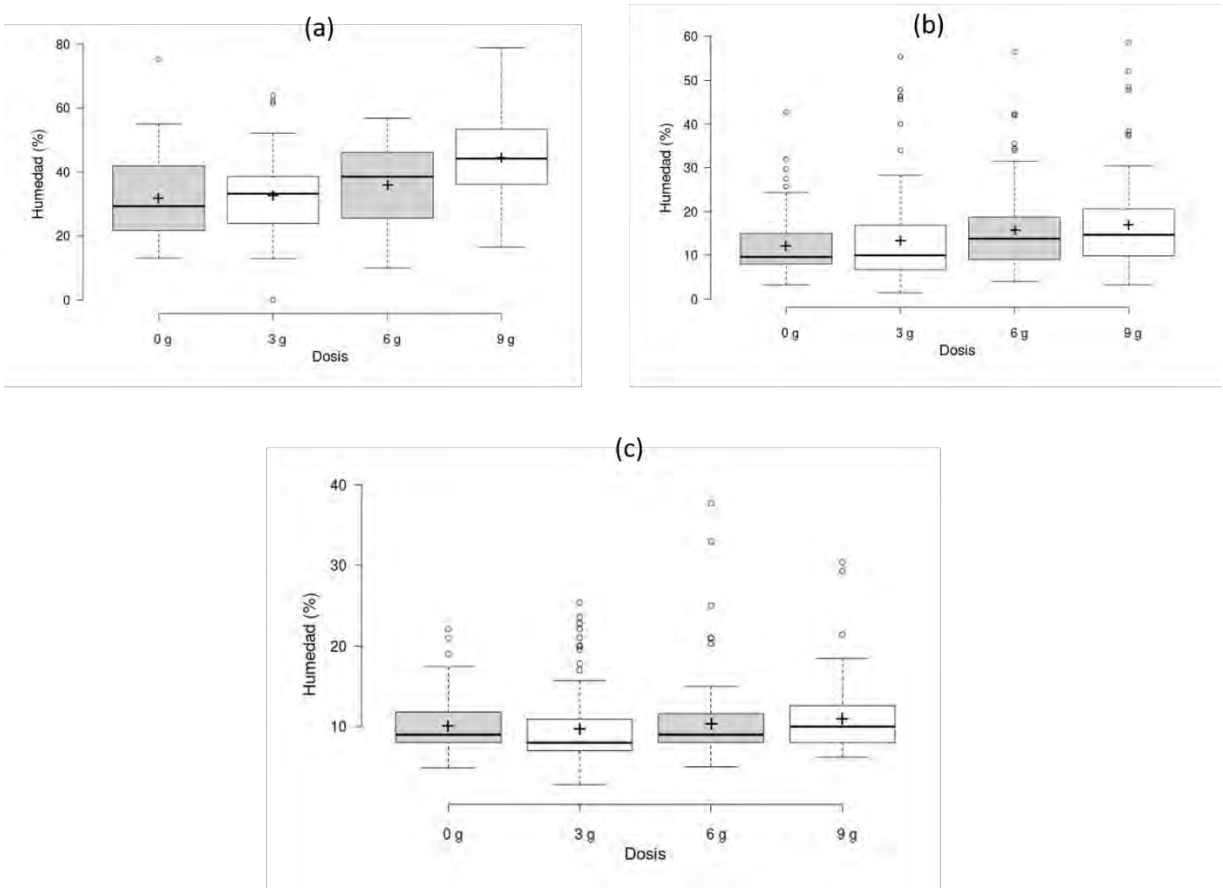


Figura 2. Contenido de humedad en el suelo por tratamiento después de: (a) un mes; (b) dos meses; y (c) cinco meses. n = 100 por cada dosis.

Algunos valores de humedad reportados por el TDR durante la primera evaluación fueron bastante altos debido a que el suelo se encontraba aún saturado por la acumulación de agua en las zanjas, producto de las lluvias anteriores. Algunas de estas lecturas se encuentran fuera del rango de contenido de humedad que puede tener un suelo, sin embargo, se analizaron las lecturas originales del TDR dado a que el objetivo era detectar diferencia entre tratamientos, más que el contenido real de humedad en el suelo. A los dos meses de la plantación los valores de humedad se redujeron a más de la mitad con respecto a los valores de la primera medición, y de nuevo no se encontraron diferencias entre tratamientos. Las dosis de 6 y 9 g tuvieron una media de 17%, y esta se redujo a 12 y 13% para las dosis de 0 y 3 g respectivamente. Para el mes de diciembre, el cual corresponde al quinto mes después de establecida la plantación, y que también corresponde al inicio del invierno, y antes del periodo de sequía, la humedad entre los tratamientos fue bastante similar. La media para los tratamientos de 0, 3 y 6 g fue de 10%,

mientras que la media para la dosis de 9 g fue apenas un punto porcentual mayor. Esto indica la igualdad de condiciones en que se encontraban los tratamientos antes del periodo crítico de sequía, y que a su vez explica la no diferencia en supervivencia en los tratamientos.

La relativamente baja cantidad de humedad en el suelo a los dos meses de la plantación (Figura 2a), sugiere el rápido descenso de la humedad suministrada con el hidrogel. Por lo tanto, la ausencia de precipitación entre noviembre y junio sugieren que una vez deshidratado el hidrogel no tiene ningún efecto en la supervivencia pues a tan sólo cinco meses después de la plantación no se encontraron diferencias significativas en la supervivencia. En un estudio similar donde se utilizó hidrogel para el establecimiento de *Pinus greggii* en Coahuila (García, 2017), no se encontraron diferencias significativas en la humedad promedio de 10 meses entre una dosis de 25 g de hidrogel por planta (40.03% de humedad) y el testigo (32.93% de humedad). De igual forma, no se reportó diferencia entre la supervivencia con una media de 83% para el tratamiento de hidrogel, contra 92% en el testigo. En otro estudio con dosis de hidrogel en la supervivencia y desarrollo de *Pinus arizonica* bajo condiciones de sequía extrema en Coahuila, tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dosis de 2.5, 5 y 7.5 g con una media general del 43% (Patricio, 2014).

CONCLUSIONES

A un año de establecida la plantación de encino en un clima semiseco de Chihuahua no hubo diferencias significativas de supervivencia entre tres diferentes dosis de hidrogel y el testigo. Los resultados indican que la efectividad del polímero para retener la humedad en el suelo es muy corta en condiciones de poca precipitación, en especial para las zonas semiáridas donde la precipitación es muy escasa. Aparentemente el contenido de humedad en el suelo retenido con el hidrogel se reduce aceleradamente y no hay la oportunidad de una rehidratación debido a los pocos eventos de lluvia. Esto genera una igualdad de condiciones en términos de humedad del suelo para los diferentes tratamientos durante los meses críticos de sequía que son de noviembre a junio y donde a pesar de riegos auxiliares aparentemente es muy difícil mantener al hidrogel hidratado durante estos meses. Es importante realizar este tipo de evaluaciones en diferentes condiciones ambientales que apoyen la toma de decisiones a los técnicos y productores forestales, especialmente en aquellos proyectos de reforestación donde se sabe que no será posible aplicar riegos auxiliares.

BIBLIOGRAFÍA

AGRICULTURERS, 2016. ¿Es la lluvia sólida una solución para la sequía en la agricultura? http://agriculturers.com/la-lluvia-solida-una-solucion-la-sequia-la-agricultura/ (Consultado el 08 de agosto de 2018).

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2016. Monitoreo de Restauración Forestal y Reconversión Productiva 2014. Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco, México. 276 p.

García, V. J.T. 2017. Sobrevivencia y crecimiento en una plantación de *Pinus greggii* Engelm. establecida con retenedores de humedad en Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 49 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2003. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua. 145 p.

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias) 2006. Estadísticas Climatológicas del Estado de Chihuahua (Periodo 1961-2003). Centro de Investigación Norte Centro. Libro Técnico No. 1, 235 p.

Patricio, H. N. 2014. Evaluación de tres dosis de hidrogel en la sobrevivencia y desarrollo de *Pinus arizonica* Engelm. Variedad stormiae Martinez plantados bajo condiciones de sequía extrema. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 58 p.

Piñeiro, J., F. T. Maestre, L. Bartolomé and A. Valdecantos. 2013. Ecotechnology as a tool for restoring degraded drylands: A meta-analysis of field experiments. *Ecological Engineering* 61:133-144.

Vilagrosa, A., J. Cortina, E. Rubio, R. Trubat, E. Chirino, E. Gill-Pelegrin y V.R. Vallejo. 2005. El papel de la ecofisiología en la restauración forestal de ecosistemas mediterráneos. *Invest. Agrar: Sist. Recur For*. 14: 446-461.

POROSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LOS AGREGADOS DEL SUELO SOBRE EL USO DE ESTIÉRCOL BOVINO Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA

Esmeralda Ochoa Martínez[1], Edimar Rodriguez Soares[2], Mara Cristina Pessôa da Cruz[3]

[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. E-mail: ochoa.esmeralda@inifap.gob.mx [2]Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA. Rondônia, Brasil. [3]Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho FCAV-Campus de Jaboticabal, SP. Brasil.

INTRODUCCION

La forma más económica y práctica de producir y ofrecer alimentos para el ganado bovino en Brasil, es criando la mayor parte del ganado en pastoreo. Brasil es el segundo mayor productor y exportador mundial de carne bovina, ante esto el forraje ejerce una función esencial en la producción pecuaria (Dias-Filho, 2014).

Alrededor del 60% de las áreas totales de los pastizales en Brasil se siembra *Brachiaria*. Sin embargo, las forrajeras del genero *Cynodon*, como el tifton 85, son consideradas otra opción por tener un alto potencial en la producción de forraje de buena calidad. El tifton 85 se caracteriza por ser una planta con buena resistencia a enfermedades y al déficit hídrico. Además es un cultivo tolerante a suelos salinos (Alvim *et al*., 1999). Por otro lado, la mayor parte de los suelos ocupados por pastizales son áreas que presentan problemas de degradación. Factores como el manejo inadecuado y las deficiencias nutricionales son algunas de las principales causas de la degradación (Dias-Filho, 2014).

Un sistema de manejo como el uso de materiales orgánicos como el estiércol, es una alternativa que además de adicionar nutrientes al suelo para una mejor producción del forraje, también contribuye aumentando el contenido de materia orgánica a largo plazo (Araujo *et al*., 2012; Miller *et al*., 2012). La matéria orgânica es un restaurador de la calidad física del suelo (Nciizah y Wakindiki, 2012). Araujo (2012) menciona que el término de calidad del suelo siempre había sido relacionado directamente con la productividad. Sin embargo, en los últimos años, varios autores mencionan que la calidad del suelo no puede ser medida por depender de varios factores relacionados al uso y manejo del suelo, pero si puede ser estimada a partir de indicadores de carácter químico, físico y biológico. El objetivo del presente trabajo fue realizado para evaluar el efecto de la aplicación de estiércol y de nitrógeno (urea) sobre las características físicas del suelo.

MATERIALES Y METODOS

En los ciclos agrícolas 2013-2014 y 2014-2015 fue evaluada la producción de Tifton 85 en función de dosis de estiércol bovino y dosis de nitrógeno (urea). El experimento fue realizado en un área de pastizal que había sido establecida hacía más de diez años en la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias - Universidad Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, São Paulo, Brasil. El suelo fue clasificado como arcilloso, con 579 g kg^{-1} de arcilla, 139 g kg^{-1} de limo y 282 g kg^{-1} de arena, a una profundidad de 0 – 20 cm.

Se asociaron cinco dosis de estiércol bovino E= 0,10, 20, 40 y 60 t ha^{-1} (base seca) y cinco dosis de nitrógeno: N= 0, 50, 100,200, 300 kg ha^{-1} en un diseño factorial 5 x 5 con distribución al azar con tres repeticiones. Las parcelas fueron de 3 x 3 m. El estiércol fue aplicado al inicio de cada ciclo agrícola y el nitrógeno fue aplicado al inicio del experimento y después del segundo corte de la forrajera. En cada año fueron realizado cuatros cortes de forraje. El porcentaje de macroporosidad, microporosidad, porosidad total, diámetro medio ponderado (DMP) y la distribución de los agregados fueron determinados al final del segundo ciclo agrícola en los tratamientos con estiércol (10, 20, 40 y 60 t ha^{-1}) y nitrógeno (50, 100, 200 y 300 kg ha^{-1}) y un solo tratamiento testigo (sin fertilización y sin estiércol).

Para evaluar las variables físicas del suelo como: distribución de los agregados y DMP se tomaron muestras de bloques inalterados con un azadón. Las muestras fueron desterronadas y tamizadas con dos tamices de 6.3 y 4.0 mm. El suelo retenido sobre el tamiz de 4.00 mm fue secado al aire. De esta muestra se pesaron 10 g para la determinación de la humedad de la muestra. Las muestras se secaron en una estufa a 105°C. De la misma muestra retenida en el tamiz de 4.00 mm se pesaron 25 g los cuales fueron transferidos a un conjunto de tamices con aberturas de malla de 4.0, 2.0, 1.0, 0.500, 0.250 y 0.125 mm.

El conjunto de tamices fue sumergido en agua y agitado en un oscilador mecánico de Yoder (1936) citado por Kemper y Chepil (1965), con una frecuencia de 31 ciclos por minuto y 35 mm de amplitud vertical durante 15 minutos. Los agregados retenidos en cada tamiz fueron colocados en botes de aluminio previamente pesados y llevados a la estufa a una temperatura de 105°C por 24h.

Con los pesos secos y el contenido de arena se calculó la proporción de los agregados estables en agua de cada clase en relación al peso inicial de la muestra. Se realizó una corrección de

arena utilizando el procedimiento recomendado por Kemper y Rosenau (1986) donde las fracciones de las muestras retenidas en cada tamiz fueron colocados en frascos para una dispersión lenta en un agitador de Wiegner, a 60 ciclos por minuto durante 16h, usando 100 ml de una solución de NaOH 0.1 mol L^{-1}. Posteriormente fueron transferidas en los mismos tamices con las diferentes aberturas de malla, el material retenido fue colocado en botes de aluminio y llevado a la estufa a 105°C por 24h. Con los pesos secos fue calculado el DMP a partir de la siguiente formula:

$$\mathrm{DMP} = \sum_{i=1}^{n} (\mathrm{X_i}.\mathrm{W_i})$$

Donde:

Xi = es el diámetro medio de los agregados de la iésima clase de tamaño;

Wi = es la proporción de los agregados estables, retenidos en cada clase de tamaño de los agregados, en relación al peso inicial de la muestra;

n = es el número de clases utilizadas.

Para determinar el porcentaje de macro y microporosidad, fueron colectadas tres muestras inalteradas con una barrena tipo Uhland y cilindros de acero inoxidable (5 cm de altura y 5 cm de diámetro), a una profundidad de 0 -10 cm. Las muestras de suelo fueron saturadas con agua hasta dos tercios de la altura del cilindro, posteriormente se obtuvo la macro y microporosidad por el método de la mesa de tensión descrito por Embrapa (2011).

Se realizó un análisis de varianza según el diseño factorial en bloques al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones. Fue utilizado el programa estadístico AgroEstat (Barbosa; Maldonado JR., 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

. En relación a la macro, microporosidad y porosidad total no hubo efecto significativo con la aplicación de estiércol y tampoco para microporosidad y porosidad total con la adición de nitrógeno (Cuadro 1). Por otro lado, adicionando 200 kg ha^{-1} de nitrógeno se obtuvo el mayor porcentaje de macroporos. El porcentaje de microporos fue mayor en relación a macroporos a pesar de no haber efecto significativo entre tratamientos, los valores fueron adecuados.

Conforme Tavares-Silva *et al* (2012) un suelo arcilloso en condiciones naturales presenta buena macroporosidad cuando se encuentra entre 15 y 25%, pudiendo disminuir cuando los suelos son cultivados. Mismos autores confirmaron que el suelo puede ser clasificado como ideal

cuando presenta 50% de porosidad total, valor aproximado a los que se obtuvieron en este estudio.

Cuadro 1. Macroporosidad, microporosidad y porosidad total del suelo, con el uso de estiércol y fertilización química al término del ciclo agrícola 2014-2015.

Tratamientos	Macroporosidad	Microporosidad	Porosidad total
		%	
Estiércol (t ha^{-1})			
10	12.27	40.46	52.73
20	15.80	36.51	52.32
40	15.10	37.65	52.75
60	13.16	38.82	51.98
(F)	2.26 ns	1.69 ns	0.13 ns
Nitrógeno (kg ha^{-1})			
50	15.23 ab	38.85	54.08
100	13.02 b	39.78	52.80
200	19.36 a	34.71	64.07
300	15.26 ab	36.97	52.23
(F)	5.82 **	2.98 ns	0.86 ns
Nitrógeno Vs.	15.71	37.58	53.29
Esterco	14.08	38.36	52.44
Prueva F	4.45 ns	0.73 ns	1.44 ns
Tratamientos Vs.	14.90	37.97	52.87
Testigo	13.88	37.92	51.81
(F)	0.77 ns	0.00ns	0.99 ns
CV %	12.83	5.91	3.29

*, **, ns diferencia significativa a P< 0.05, P<0.01 y diferencia no significativa, respectivamente; CV: coeficiente de variación.

El aumento del DMP fue influenciado por el uso de estiércol (cuadro 2), mismos resultados fueron observados por Rasoulzadeh y Yaghoubi (2010) en un experimento de laboratorio. Componentes de la materia orgánica, como las substancias húmicas y polisacáridos, actúan como agentes cementantes, uniendo las partículas del suelo aumentando su agregación. Por otra parte los fertilizantes químicos actúan de forma inversa, generando dispersión de las partículas de arcilla afectando la estabilidad de los agregados (Brar *et al*., 2015).

La textura también influye en la estabilidad de los agregados y la agregación del suelo es favorecida cuando el contenido de arcilla del suelo es mayor, como puede ser el caso de este estudio (579 g kg^{-1}).

En relación a la distribución de las clases de agregados, el mayor porcentaje de los agregados en los tratamientos con estiércol fue en la clase de 6.3 – 4.00 mm (Cuadro 2). La formación de los agregados de mayor tamaño se debe al aumento del contenido de materia orgánica mediante la adición de estiércol y posiblemente también por la acción del sistema radicular del cultivo. Las hifas de los hongos y raíces crecen dentro de los macroagregados, y de la descomposición de las raíces muertas que producen agentes cementantes capaces de estabilizar los macroagregados del suelo (Loss *et al*, 2011). Las raíces fibrosas como son las de las gramíneas forrajeras, promueven altos niveles de macroagregación (Bronick: Lal, 2005). Por otro lado, las forrajeras desempeñan un papel importante en las propiedades físicas del suelo, por tener un sistema radicular fascilulado y profundo que proporciona al suelo alta capacidad de estructuración y facilita la infiltración del agua.

Hubo diferencia significativa para todas las clases de los agregados entre los tratamientos con estiércol y entre tratamientos con nitrógeno, excepto para las clases de 2.0 – 1.0 y 0.250 – 0.125 mm. Los mayores valores de DMP pueden ser atribuidos a la mayor cantidad de agregados de mayor tamaño (6.3 – 4.0 mm), como consecuencia de mayor contenido de materia orgánica en el suelo con el uso del estiércol bovino. El DMP será siempre mayor cuando mayor sea el porcentaje de agregados de mayor tamaño (Castro Filho *et al*., 1998).
Figueroa *et al.* (2010) menciona que se han observado diferencias significativas en la producción de forraje entre tratamientos sin fertilizar y con aplicación de estiércol hasta el tercer o cuarto año de evaluación. Posiblemente también, pueda exista un cambio significativo en las características físicas del suelo en un periodo de evaluación similar al mencionado anteriormente.

Cuadro 2. Diámetro medio ponderado (DMP) y distribución de los agregados, con el uso de estiércol y fertilización química al término del ciclo agrícola 2014-2015.

		Clases de los agregados (mm)						
Trat.	DMP	6.3-4.00	4.0-2.0	2.0-1.0	1.0-0.500	0.500-0.250	0.250-0.125	< 0.125
	mm				%			
Estiércol (t ha^{-1})								
10	4.62 b	86.85 c	3.75 a	2.00 a	2.27 a	2.29 a	1.24 a	1.58 a
20	4.86 a	91.01 b	3.05 a	1.45 ab	1.18 b	1.40 b	0.64 b	1.24 ab
40	4.91 a	94.53 a	1.19 b	0.94 b	0.73 b	0.80 b	0.76 ab	1.02 ab
60	4.91 a	94.31 a	1.65 b	0.85 b	0.86 b	0.95 b	0.65 ab	0.48 b
(F)	6.69**	21.67**	30.95 **	11.05 **	22.52 **	15.39 **	3.67 *	4.72 *
Nitrógeno (kg ha^{-1})								
50	4.74	89.15 a	3.56 b	1.67	1.70 bc	1.67 b	0.92	1.31 b
100	4.76	89.79 a	3.29 b	1.47	1.53 c	1.62 b	0.95	1.33 b
200	4.61	86.95 ab	3.81 b	1.50	2.27 ab	1.89 ab	1.12	2.43 a
300	4.55	84.28 b	5.38 a	2.09	2.30 a	2.55 a	1.36	2,.01 ab
(F)	340 ns	10.41 **	19.03 **	3.15 ns	7.23 **	6.30 **	1.88 ns	6.66 **
Nitrógeno Vs. Estiércol	4.66 4.82	87.54 91.67	4.01 2.41	1.68 1.31	1.95 1.26	1.93 1.36	1.09 0.82	1.77 1.08
(F)	17.67 **	57.16**	111.05 **	10.74 **	43.82**	22.35 **	6.49 *	21.28 **
Trat. Vs. Testigo	4.74 4.85	89.61 90.88	3.21 2.11	1.49 1.43	1.60 1.47	1.65 1.59	0.95 1.13	1.42 1.37
(F)	3.80 ns	2.39 ns	23.41**	0.15 ns	0.71 ns	1.10 ns	1.21 ns	0.06 ns
CV %	1.92	1.49	12.01	18.58	15.96	18.01	26.06	25.91

*, **, ns diferencia significativa a P< 0.05, P<0.01 y diferencia no significativa, respectivamente; Trat.= Tratamientos; CV= coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

Con el uso de 60 t ha^{-1} de estiércol bovino aumentó el diámetro medio ponderado de los agregados (4.91 mm). Un mayor diámetro medio ponderado resultó de una mayor cantidad de agregados de mayor tamaño (6.3 - 4.0 mm).

BIBLIOGRAFIA

Alvim, M.J., Xavier, D.F., Verneque, R.S., Botrell, M.A. 1999. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de corte. Pesqui. Agropecu. Bras. v.34, n.12, p.2345-2352.

Araujo, E.A., Ker, J.C.; Neves, J.C.L. Lani, J.L. 2012. Qualidade do solo: conceitos indicadores e avaliação. Pesqui. Apl. Agrotec. v.5, n.1.187-206.

Barbosa, J.C., Maldonado, J.R.W. 2015. Experimentação agronômica &AgroEstat: Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Multipress, v.1, 396.

Brar, B.S., Singh, J., Singh, G., Kaur, G. 2015. Effects of long term application of inorganic and organic fertilizars on soil organic carbono and physical properties in maize-whear rotation. Agronomy, v.5, n.2.

Bronick, C.J., Lal, R. 2005. Soil structure and management: A review. Geoderma, v.124, n.1.3-22.

Castro Filho, C., Muzilli, O., Podanoschi, A.L. 1998. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. Rev. Bras. Ciênc. Solo, v. 22. 527-538.

Dias-Filho, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém: Embrapa, 2014. 38 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402).

Empresa Brasileira de Pesquisa Agroecuaria. 2011. Manual de métodos de análise de solos. 2ª. ed. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, RJ. Documentos 132.

Figueroa-Viramontes, U., Cueto-Wong, J.A., Delgado, J.A.,Nuñez-Hernández, G., Reta-Sanchez, D.G..,Quiroga-Garza, H.M., Faz-Contreras, R. Márquez-Rojas, J.L. 2010. Estiércol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero. Terra Latinoamericana. v. 28, n. 4. 361-369.

Kemper, W.D., Chepil, W.S. 1965. Size distribution of aggregates. In: Black,C. A.; Evans, D. D.; White, J. L.; Ensminger, L. E.; Clark, F. E. (ed.). Methods of soil analysis: Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Part 1. Madison: Am.Soc.Agron. 2. ed. 499-510.

Kemper, W.D., Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE. A. (Ed.). Methods of soil analysis. 2. ed. ASA, Madison: Am. Soc. Agron. Part1. 425-442. (Agronomy monograph, 9).

Loss, A., Pereira, M.G.; Schultz, N., Dos Anjos, H.C., Silva, E.M.R. 2011. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em diferentes sistemas de produção orgânica. Idesia, v.29, n.2.

Miller, J.J., Bremer, E., Beasley, B.W., Drury, C.F., Zebarth, B.J., Larney, F.J. 2012.Long-term effect of fresh and composted cattle manure on the size and nutrient composition of dry-sieved soil aggregates. Can. J. Soil Sci. v. 92, n. 4. 673-683.

Nciizah, A.D., Wakindiki, I.IC. 2012. Aggregate stability and strength of a hardsetting soil amended with cattle manure. Afri. J. Agric. Res.v.7, n. 1. 68-73.

Rasoulzadeh, A., Yaghoubi, A. 2010. Effect of cattle manure on soil physical preperties on a sandy clay loam soil in North-West Iran. J. Food Agric. Environ. v. 8, n.2. 976-979.

Tavares-Silva, C.A., Cezar, T.C.M., Nóbrega, L.H.P. 2012. Porosidade de latossolos e práticas de manejo agrícola para conservação do solo. Varia Scientia Agrárias, v. 2, n.2.

Yoder, R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. J.l Am. Soc. Agron. v. 28.337-351.

PROMOCIÓN DE GERMINACIÓN EN TOMATE DE CÁSCARA SILVESTRE

Manuel Antonio Galindo-Reyes[1], Luis Fernando Rico-Rodríguez[2], Luis Martín Macías-Valdez[1], Luis Humberto Maciel-Pérez[1] y Arturo Cruz-Vázquez[1]

[1]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. [2]Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes. Av. Universidad no. 1001. Estación Rincón, Rincón de Romos, Ags. C.P. 20400. Correo electrónico: galindo.manuel@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es uno de los cultivos originarios de Mesoamérica. En México existen alrededor de 50 especies descritas de *Physalis*, de las cuales existen varias endémicas (Martínez *et al*., 2011). *Physalis* cuenta con dos especies de importancia comercial, *P. ixocarpa* Brot. y *P. peruviana* L. En el norte del continente americano se cultivan principalmente variedades derivadas de P. ixocarpa, teniendo especial relevancia en México las variedades Rendidora, Salamanca y Tamazula, mientras que en centro y Suramérica se cultiva principalmente P. peruviana (Fischer *et al*., 2005).

A pesar de la amplia variabilidad genética, tanto en el tomate silvestre como en el domesticado, el rendimiento medio nacional se considera bajo, de acuerdo con el rendimiento potencial de la especie 40 t ha^{-1}, esto debido a una actividad agronómica limitada por el uso de variedades nativas de bajo rendimiento y sistemas de producción ineficientes, escasez de agua de insumos agrícolas y de semilla de baja calidad (Peña y Santiaguillo, 1999).

La germinación de las semillas de P. angulata ha sido poco estudiada, a pesar de que la germinación es un paso clave para explotar el potencial de esta especie. Es muy importante la diferencia en los valores de germinabilidad entre la variedad Premier de P. ixocarpa y P. angulata. La germinabilidad de la primera fue 2.5 veces más alta que la de la segunda, alcanzada en un periodo de tiempo 3.2 veces más corto, lo que implicó una germinación heterogénea para *P*. *angulata*. Determinar las condiciones de cultivo para *P. angulata* es un aspecto importante para la domesticación de esta especie, debido a la variabilidad intrapoblacional que se puede encontrar en esta planta silvestre. Por lo general, se sabe que las semillas de plantas silvestres como arvenses son difíciles de germinar y sobre todo en poco tiempo. Por esta razón el objetivo de esta investigación fue determinar la respuesta en germinación de semillas de tomate de cáscara silvestre promovida por reguladores de crecimiento en condiciones controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se efectuó en el Campo Experimental Pabellón en condiciones de laboratorio durante la los meses de febrero y marzo del año 2017.

En primera instancia se colectaron semillas de tomate de cascara silvestre de una localidad del municipio de Cosío, en el estado de Aguascalientes, durante el mes de enero del 2017. Posteriormente, estas semillas se desinfectaron sumergiéndolas en cloro al 10% durante 10 minutos, después de este tiempo se enjuagaron con un litro de agua destilada, cabe mencionar que al estar enjuagando la semilla empezó a desprender un mucilago que pudo tener algunos inhibidores de la germinación, para lo cual se hicieron algunos acondicionamientos que se describirán más delante.

Como tratamientos promotores de germinación se probaron diferentes concentraciones de giberelinas que se mencionan a continuación; 0 (testigo), 1000, 2500, 5000 y 10,000 mg L^{-1} de AG_3. Las semillas se dejaron 24 horas en la solución de acondicionamiento. Estos tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cinco repeticiones y se consideró como una repetición 30 semillas.

Después de acondicionamiento se procedió a la germinación de las semillas, utilizando los acondicionamientos antes mencionados, se utilizó un plato de unicel con una cama de papel; también, se le puso *peat moss* abajo de la cama de papel, para mantener la humedad para las semillas, así mismo se cubrió con plástico para conservar la temperatura y crear un microclima. Las charolas se colocaron para germinación en dos condiciones ambientales diferentes, laboratorio en una mesa de trabajo y en condiciones controladas de temperatura constante de 30°C.

Como única variable de estudio fue la dinámica del porcentaje de germinación de la semillas de tomate de cáscara y se consideró como semilla germinada, toda aquella semilla la cual presentaba la radícula de más de un centímetro de longitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al comparar de manera general la germinación de las semillas del tomate de cáscara silvestre en ambas condiciones ambientales se observa claramente que el testigo careció de germinación en el tiempo de evaluación (Figura 1 y Figura 2), lo que confirma la dificultad y la tardanza en germinar de especies silvestres. Este efecto fue consistente, ya que al proporcionar condiciones de temperatura constantes de 30 °C no hubo respuesta en germinación.

Por otro lado, se puede decir que hubo mayor respuesta en la germinación en el ambiente de temperatura, ya que se detectó una mayor velocidad y porcentaje de germinación acumulado durante el tiempo de evaluación.

Germinación en condiciones controladas de temperatura

En la Figura 1 se aprecia que la germinación ocurrió entre los dos y seis días únicamente en los tratamientos que contenían giberelinas, mientras que en las semillas testigo no hubo indicios de germinación durante esos días de evaluación. También, se observa que a mayor concentración de AG_3 se presentó una mayor velocidad en germinación, aunque las semillas tratadas con la dosis de 1,000 mg L^{-1} igualaron en porcentaje de germinación a las semillas con dosis más altas durante los días cinco o seis después de la siembra. Desde el punto de vista práctico y económico es más conveniente el acondicionamiento de semillas de tomate de cáscara con 1,000 mg L^{-1} de AG_3; además, estas plántulas visualmente tienen un crecimiento más lento, con menos deficiencias nutrimentales y pueden resultar en plantas de mejor calidad.

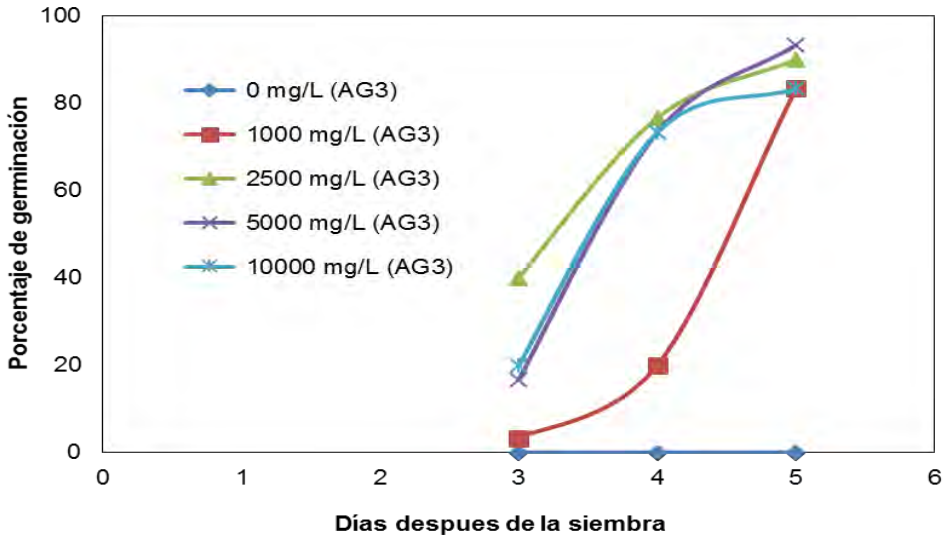


Figura 1. Dinámica de germinación de tomate de cáscara con diferentes tratamientos a la semilla en condiciones controladas de temperatura.

En la Figura 2 se muestra como la germinación se inició más tarde en condiciones ambientales de laboratorio, esto posiblemente a que la temperatura es menor y con menos variación. Así, en esta condición, las semillas tratadas con gibarelinas iniciaron su germinación entre los días cuatro y cinco después de la siembra. También, en esta condición ambiental las semillas que recibieron la concentración más alta de AG_3 mostraron la mayor velocidad de germinación y las semillas testigo no presentaron indicios de germinación.

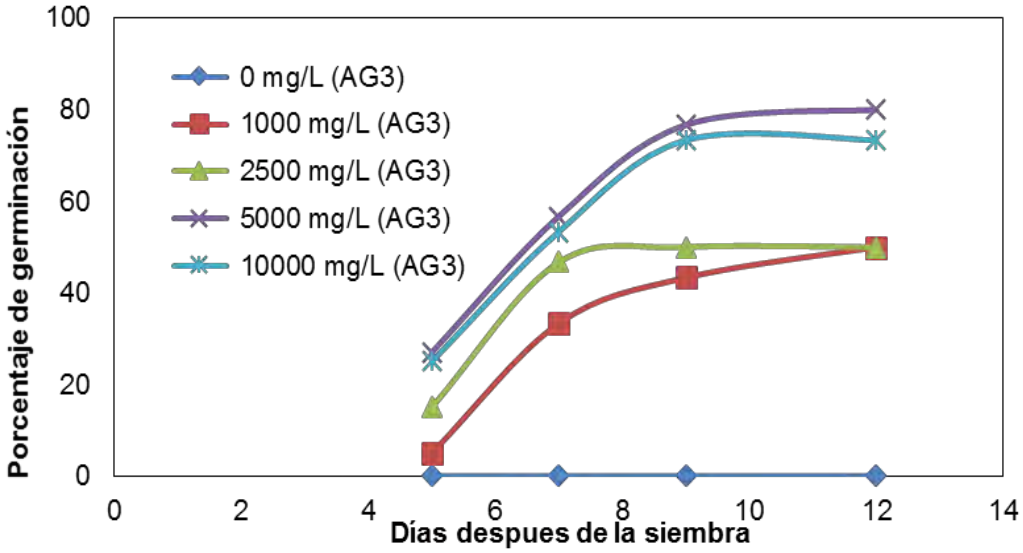


Figura 2. Dinámica de germinación de tomate de cáscara con diferentes tratamientos a la semilla en condiciones ambiente dentro de laboratorio.

Finalmente, se pude concluir que la condición de ambiente controlado presentó el mayor porcentaje de germinación acumulado y la tasa más alta de germinación de semillas de tomate silvestre debido principalmente a la temperatura más alta y menor variación en la misma.

CONCLUSIONES

La condición de ambiente controlado presentó el mayor porcentaje de germinación acumulado y la más alta de germinación de semillas de tomate silvestre.

Las semillas que recibieron mayor concentración de AG_3 durante el acondicionamiento mostraron una mayor velocidad en germinación.

En términos prácticos y económicos, resultó más conveniente el acondicionamiento de semillas de tomate de cáscara silvestre con 1,000 mg L^{-1} de AG_3.

BIBLIOGRAFÍA

Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahíta, J. Romero. 2005. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, Sede Bogotá. Colombia.

Martínez, M., A. Rodriguez, A. Vargas, O. Chiang. 2011. Catálogo nomenclatural de las Solanaceae de México. Informe Final. SNIB-CONABIO Proyecto HS004. México.

Peña, L. A. y Santiaguillo, H. J. F. 1999. Variabilidad genética de tomate de cáscara en México. Boletín Técnico No 2. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo (UACH). Texcoco, Estado de México. 26 p.

INFERENCIA DE DATOS FALTANTES DE TEMPERATURA REGISTRADOS CADA 15 MINUTOS POR ESTACIONES AGROMETEOROLÓGICAS.

Luis. A. González Jasso*, Noé Chávez Sánchez, Miguel A. González González*, Mario P. Narváez Mendoza*, Arturo Cruz Vázquez***

*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: gonzalez.luis@inifap.gob.mx
**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Delicias, Carretera Km 2 Delicias-Rosales, Delicias, Chihuahua. México.

INTRODUCCIÓN

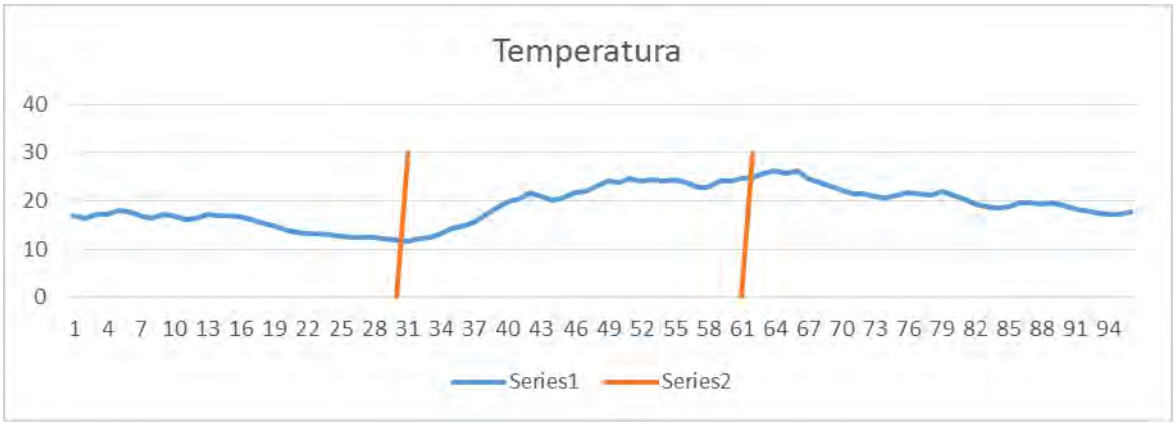
El objetivo del presente trabajo fue estimar datos faltantes de temperatura en estaciones agrometeorológicas que reportan este y otro tipo de datos meteorológicos en periodos de 15 minutos. Debido al proceso automatizado de envío-recepción de las variables meteorológicas cada 15 minutos, al mal estado de los sensores, falta de mantenimiento de los equipos, interrupción de la señal por factores externos, entre otras situaciones, es común que los paquetes de datos no lleguen completos o bien que lleguen con valores fuera de rango (lo que provoca que esos datos sean desechados). La temperatura es una de las variables más importantes y con frecuencia la más usada, ya sea de forma individual o en conjunto con otras variables. La temperatura puede ser usada en la agricultura para estimar crecimiento de los cultivos, pronosticar heladas, determinar aparición de ciertas plagas y enfermedades, aplicar o no compensadores de frio, entre otros. Además, la temperatura suele ser usada en conjunto con otras variables, como la humedad relativa (Chen, 2011) para calcular la evapotranspiración de los cultivos, muy importante para determinar por ejemplo cuando y cuanto regar o poder estimar el punto de rocío. Por esta razón es crucial contar con la mayor cantidad de datos (Jenkins, 2014) posibles y en las circunstancias que esto no se pueda dar, contar con un método confiable para estimar datos faltantes que permitan tener mayor precisión a la hora de tomar decisiones. Generalmente la forma de estimar datos faltantes se refiere a periodos grandes de tiempo, como un mes o una decena. En estos casos suele usar climatología histórica del sitio y se realizan los análisis asociados a la calidad estadística de tal registro (Barbosa, 2017) y se estudia su comportamiento como serie cronológica (Campos, 2005) para configurar un modelo hipotético de probabilidad que represente los datos (Brockwell y Davis, 2002). Por este motivo se desarrolló una metodología que permite estimar hasta un 60% de datos faltantes (esto depende de la distribución de los datos que falten, mientras más dispersos mayor es el número de datos que se pueden estimar). Mediante regresiones polinómicas de

orden tres y cinco se pueden estimar datos faltantes de temperatura con una bondad en el ajuste del modelo (R^2) de hasta un 0.97.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar este trabajo se utilizaron datos de temperatura registrada en periodos de 15 minutos de 20 estaciones agrometeorológicas ubicadas en el estado de Aguascalientes. El periodo con el que se trabajó fue de 15 días en cada una de las estaciones del año, resultando electas al azar del 1 al 15 de febrero de 2017, del 4 al 18 de julio de 2017, 16 al 31 de diciembre de 2017 y del 5 al 20 de abril de 2018. Cada día cuneta con 96 lecturas (1 cada 15 minutos). El día fue partido en 3 periodos de tiempo, de la 12:00 A.M. a las 7:45 A.M, de las 8:00 A.M. a las 3:45 P.M. y de las 4:00 P.M. a las 11:45 P.M. Esto con el fin de representar mejor cada periodo de tiempo. Con estos datos seleccionados y el día partido en 3 series de tiempo se desarrollaron regresiones polinómicas de grado 5 para estimar la ecuación de la curva. La Figura 1 muestra la curva clásica de la temperatura a lo largo del día junto con la división de cada uno de los periodos de tiempo seleccionados. Cabe hacer mención que la curva se ve afectada en su amplitud dependiendo de la estación del año, pero mantiene el mismo comportamiento todo el año, siendo la variante de datos los días atípicos donde exista alguna helada repentina o una onda de calor. La selección de estos periodos de tiempo es en razón de que entre las 7:30 y 8:30 existe una pequeña cuna en los datos que hace que sea particularmente más difícil construir una regresion polinómica que se ajuste a esta cuna. De manera similar se presenta a la puesta del sol.

Figura 5. Datos de temperatura de un día típico de verano, partidos en tres series de tiempo.



Con las tres series de tiempo seleccionadas, se procede a calcular la regresión polinomial de grado 5 para cada una de las series de tiempo, como se muestra en la ecuación 1. Este cácluco se realiza de la forma tradicional, sin hacer uso de la regresión lineal polinómica de Excel, ya que esta muestra truncados los datos de cada una de las constantes, provocando con esto que los datos se vuelvan inconsistentes, sobre todo al final de la serie, ya que se llegan a obtener valores de más de 60 °C.

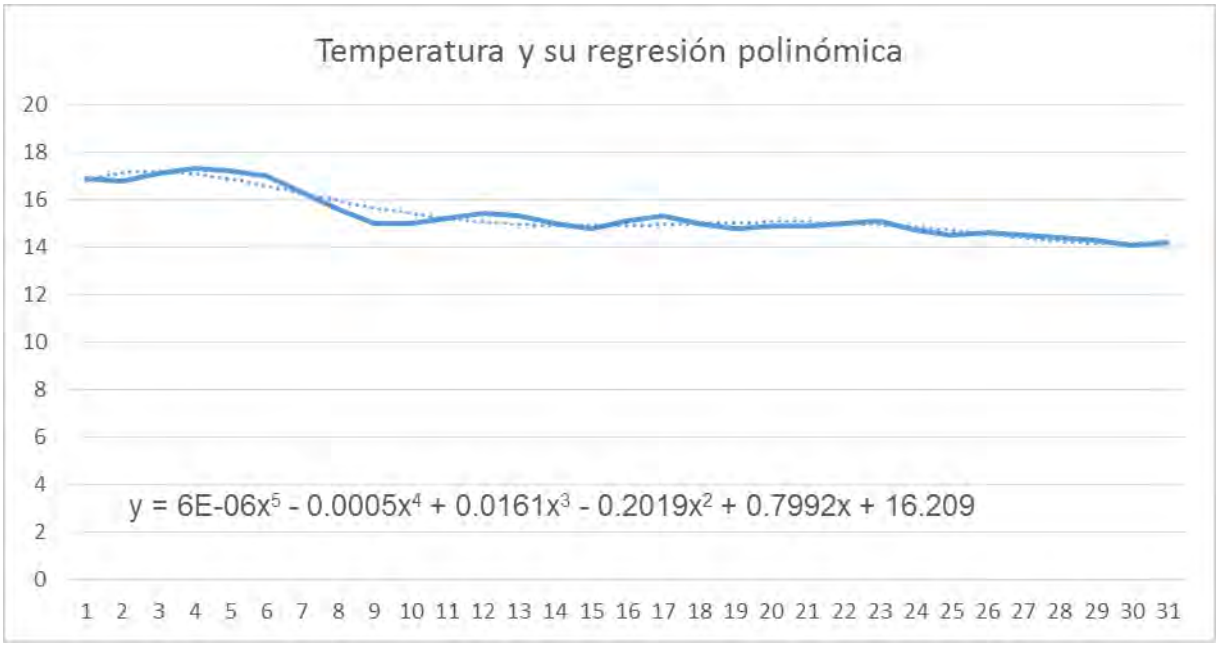
$$at^5 + bt^4 + ct^3 + dt^2 + et + f = 0 \qquad \text{ecuación 1}$$

Para resolver la regresion polinómica se debe estimar los valores de las constantes a, b, c, d, e y f como se muestra en la ecuación 2.

$$\begin{bmatrix} t_1 & \cdots & t_1^5 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_n & \cdots & t_n^5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ \dots \\ f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} \qquad \text{ecuación 2}$$

La Figura 2 muestra un ejemplo de la regresion realizada a una de las tres series de tiempo. En esta se puede notar el poco detalle dado de cada constante.

Figura 6. Temperatura de la primera serie de tiempo del día junto con su respectiva regresión polinomial calculada en Excel.



Una vez que se tiene la ecuación de la regresion polinomial se procede a calcular con esta los datos faltantes de temperatura. Con el dato faltante de temperatura calculado se procede a realizar un promedio con su dato inmediato anterior y este remplaza al dato faltante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada uno de los días seleccionados y para cada una de las series de tiempo de cada día se procedió a borrar 7 datos al azar y con los datos restantes calcular la regresion polinomial correspondiente y realizar el promedio con su dato inmediato anterior. A todos los datos que se tuvieron se les aplico la prueba de bondad, obteniendo una R^2 máxima de 0.971 y una mínima de 0.94. En promedio se obtuvo una R^2 de 0.96. El error cuadrático medio obtenido en promedio fue de 0.021.

Con estos resultados se puede decir que inferir datos faltantes con este método es una buena opción para remplazar esos huecos de datos que existe en la información agrometeorológica y que es necesario contar con ellos dado que se necesitan datos completos de información para poder estimar variables alternas como evapotranspiración o grados día de desarrollo. El único inconveniente con este método es si existen datos faltantes consecutivos, y sobre todo se estos datos están en una cresta o un valle de datos, ya que esta tendencia se perderá con esta forma de inferir. De forma práctica, este problema se puede resolver en parte insertando un dato intermedio de estos datos faltantes con el dato del día anterior. Esta técnica provocara tener un mayor grado de error, sobre todo si uno de los dos días presentó datos fuero de lo normal.

CONCLUSIONES

El uso de esta metodología permite poder hacer uso de los datos de temperatura que presenten huecos y que sea necesario contar con la información completa para poder estimar otras variables a partir de ella. Sin embargo, es necesario implementar una estrategia que permita minimizar el error de dato inferido cunado este se encuentra en un valle o una cresta. Una posible solución a este problema es partir al día en más de tres series de tiempo, aunque esto puede resultar contraproducente ya que computacionalmente hablando esto es costoso, sobre todo si estos cálculos deben realizarse en aplicaciones en tiempo real.

BIBLIOGRAFÍA

Barbosa, M.R., 2017. Temperature Time Series : Pattern Analysis and Forecasting. , (2), pp.226–231.

Brockwell, P. & Davis, R., 2002. *Introduction to Time Series and Forecasting*, Available at: http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Introduction+to+Time+Series+and+Forecasting#0%5Cnhttp://www.jstor.org/stable/1271510?origin=crossref.

Campos, D., 2005. Agroclimatología cuantitativa de cultivos. In México, D.F.: Editorial Trillas, p. 320.

Chen, X., 2011. Temperature and Humidity of Air in Mine Roadways Prediction Based on BP Neural Network. , (1), pp.1273–1276.

Jenkins, G.E.. P.. B.; G.M.., 2014. Time Series Analysis Forecasting and Control. , 68(342), pp.493–494.

UJED FAZ

Facultad de Agricultura y Zootecnia

FAZ UJED

Responsable:
Ph. D. Juan José Martínez Ríos
DIRECTOR (juamarti@ujed.mx)

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/sia30