

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO  
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA  
VENECIA, DURANGO, MÉXICO



# 26

## Semana Internacional de Agronomía

### MEMORIA

ISBN en trámite. N.R. 215790

## EDITORES

M. C. José Manuel Vázquez Navarro  
M.C. Judith Puentes Gutiérrez  
Ph. D. Juan José Martínez Ríos  
M.C. Magali Jeaneth López Calderon  
M.C. Mayarín de Jesús Vázquez Navarro  
M.C. Sonia Yasmín Camacho Rodríguez  
Lic. Rolando Santana Rodríguez

**10 al 12 de Septiembre del 2014**  
Centro de Convenciones Posada del Río  
Gómez Palacio, Durango, México.



UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO  
FACULTAD DE AGRICULTURA Y ZOOTECNIA  
VENECIA, DURANGO, MÉXICO



# 26

## Semana Internacional de Agronomía

# MEMORIA

ISBN en trámite. N.R. 215790

**EDITORES:**

M. C. José Manuel Vázquez Navarro  
M.C. Judith Puentes Gutiérrez  
Ph. D. Juan José Martínez Ríos  
M.C. Magali Jeaneth López Calderon  
M.C. Mayarín de Jesús Vázquez Navarro  
M.C. Sonia Yasmín 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 10, 11 y 12 de Septiembre del 2014

Para adquirir ejemplares de este documento dirijase 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](mailto:faz.ujed@prodigy.net.mx)  
<http://faz.ujed.mx/eventos/semana25.html>

ISBN: 978-607-503-142-2



9 786075 031422

**Diseño de Portada:**

L.D.G. Beatriz Ileana Martínez Román  
[ileanamartin@yahoo.com](mailto:ileanamartin@yahoo.com)

### **NOTA IMPORTANTE**

Para la elaboración de los trabajos que aquí se presentan se proporcionaron a los autores instrucciones específicas sobre la extensión, tipo de letra, procesador electrónico y formato en general, todo con la intención de facilitar el manejo de la información y brindar un documento homogéneo. Afortunadamente, en la mayoría de los casos se cumplieron las indicaciones; cuando no fue así, los editores acordaron ajustar a un formato y corregir algunos errores, que a juicio de estos lo ameritaban. Sin embargo, la información original jamás se modificó y, pueden haberse omitido algunos errores tipográficos, aún así el contenido de los trabajos de investigación 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.

---

## PRESENTACION

Constituye una gran alegría y un orgullo, para la Facultad de Agricultura y Zootecnia, como Institución pionera de la educación agrícola superior en la Comarca Lagunera, celebrar un aniversario más de su fundación mediante la realización de su evento, con 26 años de manera consecutiva, denominado Semana Internacional de Agronomía.

Para llegar a la celebración de nuestro magno evento, se ha requerido el entusiasmo, latente 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 Juárez del Estado de Durango. Esa conjunción de esfuerzos nos hace posible llevar a técnicos, estudiantes, productores, investigadores y público en general temas prioritarios del sector agropecuario y tópicos de actualidad que afectan a nuestra comunidad regional.

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

En esta ocasión, la sección de carteles se ve enriquecida con 206 trabajos de instituciones hermanas de varios estados de la Republica y de investigadores de nuestra Universidad, lo que permite acrecentar el panorama que presenta el ciclo de conferencias. Los interesados encontrarán en esta sección trabajos relativos al manejo de Recursos Naturales, Producción Agropecuaria y Sustentabilidad.

Al presentar este documento, estamos seguros que deberá ser una referencia obligada entre los interesados en la 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 JOSE MARTINEZ RIOS**  
**Director de la Facultad de Agricultura y Zootecnia**  
**Septiembre del 2014**

---

---

---

**ÍNDICE**  
**SECCIÓN CONFERENCIAS**

	<b>PÁG.</b>
<b>EI USO DE GRANOS DE DESTILERÍA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO</b>	
Sergio A. Soto Navarro y María Fernanda Martínez Pérez	1
<b>PROGRAMA DE MANEJO DE MICOTOXINAS</b>	
Jorge E. Cruz Velázquez, Ph.D.	8
<b>LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO COMO ALTERNATIVA DE ALIMENTACIÓN EN GANADO CAPRINO</b>	
Jesús Granados García, J. Santos Serrato Corona, Edmundo Castellanos Pérez	10
<b>RESPUESTAS DE VACAS LECHERAS A SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO EN CONDICIONES DE ESTRES CALORICO: ASPECTOS FISIOLÓGICOS Y PRODUCTIVOS</b>	
Avendaño-Reyes, Leonel, Macías-Cruz, Ulises, Correa-Calderón, Abelardo, y Francisco Daniel Álvarez-Valenzuela	18
<b>LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES COMO UNA CONDICIÓN INELUDIBLE PARA LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AGROPECUARIA</b>	
Rubén Alfonso Saucedo Terán	28
<b>SISTEMA DE ASISTENCIA TÉCNICA EN LÍNEA PARA EL PRONÓSTICO DEL RIEGO</b>	
Catalán Valencia Ernesto Alonso, Villa Castorena Magdalena, Inzunza Ibarra Marco Antonio, Román López Abel, Delgado Ramírez Gerardo, González Barrios José Luis	33
<b>RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DE USO DE AGUA EN MÁIZ FORRAJERO CON DOS SISTEMAS DE RIEGO Y DIFERENTES LÁMINAS DE RIEGO</b>	
Anaya Salgado Antonio, Cruz Chavez Juan José, Ríos Vega María Esther, Núñez Hernández Gregorio, Faz Contreras Rodolfo, Serrato Medina Hugo Arsenio	40
<b>PREVENCIÓN ECOLÓGICA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA AGRICULTURA.</b>	
M.C. Jesús Valero-Garza	45
<b>MANEJO ORGANICO DEL NOGAL PECANERO</b>	
José Heriberto Aguilar Pérez	51
<b>MAICES DE ALTA CALIDAD EN LA COMARCA LAGUNERA CONOCIMIENTO DE PRODUCTO “EL INICIO DE UNA BUENA COSECHA”</b>	
Armando Zavala Gómez	60

---

**ÍNDICE**  
**SECCIÓN CARTELES**

	<b>PÁG.</b>
<p><b>RENDIMIENTO DE FORRAJE Y GRANO EN HÍBRIDOS DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.) EVALUADOS EN DOS CICLOS DE CULTIVO EN DURANGO, MÉXICO</b></p> <p>Adán Castillo Rosales, Luz María Salazar Sánchez, Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo</p>	65
<p><b>USO DE POLIACRILATOS EN EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE FRIJOL EN DURANGO</b></p> <p>Yareli Guadalupe Calderón Antuna, Arnulfo Pajarito Ravelero, Patricia Ponce Peña, Manuel González Portillo</p>	70
<p><b>EVALUACIÓN DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL DE TEMPORAL EN DURANGO</b></p> <p>Arnulfo Pajarito Ravelero, Carmen Leticia Mar Tovar</p>	76
<p><b>FUENTES DE NITRÓGENO EN LA EVALUACIÓN FISIOLÓGICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (<i>Zea mays</i> L.)</b></p> <p>Ramírez Torres R., Orozco Vidal, Jorge Arnaldo; Crispín Del Rio Zaida; Segura-Castruita Miguel Angel; Yescas- Coronado Pablo; Fortis- Hernández Manuel, Cabrera - Reyes Juan</p>	83
<p><b>FUENTES DE NITROGENO SOBRE LA PARTICION DE BIOMASA EN EL CULTIVO DE MAÍZ</b></p> <p>González – Roblero, E., Orozco – Vidal, Jorge Arnaldo; Crispín - Del Rio Zaida; Segura- Castruita Miguel Angel ; Yescas- Coronado Pablo ; Preciado- Rangel Pablo; Cabrera - Reyes Juan</p>	87
<p><b>TECNOLOGÍAS GENERADAS POR EL INIFAP PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE DE MAÍZ DE TEMPORAL EN DURANGO</b></p> <p>Arnulfo Pajarito Ravelero, Leticia Mar Tovar</p>	91
<p><b>TECNOLOGÍAS NUEVAS Y TRADICIONALES PARA LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL DE TEMPORAL EN DURANGO</b></p> <p>Gabriela del Carmen Ramírez Cabrera, Arnulfo Pajarito Ravelero, José Bernardo Montoya Ayón</p>	97
<p><b>PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE DE MAÍZ DE TEMPORAL CON TECNOLOGÍAS NUEVAS Y TRADICIONALES DEL PRODUCTOR EN DURANGO</b></p> <p>Luis Salazar Ayala, Arnulfo Pajarito Ravelero José Bernardo Montoya Ayón, Marcelo Hernández Antuna</p>	103
<p><b>CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE MAÍCES (<i>Zea Mays</i> L.) CRIOLLOS Y VARIEDADES MEJORADAS</b></p> <p>Mariano Narcia Velasco, David Sánchez Aspeytia</p>	109

---

<b>PROGRAMA DE FERTIRRIGACIÓN EN MANZANO EN EL SURESTE DE COAHUILA</b>	<b>114</b>
Juan Manuel Covarrubias Ramírez, José Antonio Vázquez Ramos	
<b>EFFECTO DE LA MALLA ANTIGRANIZO EN LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN MANZANO EN EL SURESTE DE COAHUILA</b>	<b>121</b>
Juan Manuel Covarrubias Ramírez, Elder Osvaldo Díaz Leyva; Juan Manuel Covarrubias Ramírez; Alejandro Zermeño González; Juan David Sánchez Chaparro	
<b>RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE HIGUERILLA CULTIVADOS EN DURANGO, MÉXICO</b>	<b>126</b>
Rafael Jiménez Ocampo, Rigoberto Rosales Serna, Ramón Jiménez Regalado, Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Brenda Andréa, Breton Vázquez, Héctor Manuel Tinoco Gurrola	
<b>DETERMINACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE FRÍJOL DEL DDR182, ZACATECAS</b>	<b>134</b>
José Luís Ríos Flores, Miriam Torres Moreno, José Ruiz Torres, Marco Antonio Torres Moreno, Rafael Castro Franco	
<b>EFFECTIVIDAD DE CEPAS MICROBIANAS SELECTAS EN EL CRECIMIENTO DE SORGO DULCE</b>	<b>140</b>
Arturo Díaz Franco, Noé Montes García	
<b>PROPAGACIÓN in vitro DE Caladium bicolor Y SU RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE HORMONAS DE CRECIMIENTO EN EL MEDIO DE CULTIVO</b>	<b>146</b>
Ixchel Abby Ortiz Sánchez, Jorge Armando Chávez-Simental, Vicente de Paul Álvarez-Reyna, Guillermo González-Cervantes, María Del Carmen Potisek-Talavera, José Bernardo Montoya-Ayon Luis Gerardo Barriada-Bernal	
<b>CRECIMIENTO DE MELÓN BAJO DISTINTAS CONDICIONES DE HUMEDAD DEL SUELO</b>	<b>152</b>
Palmira Bueno Hurtado, Ignacio Sánchez Cohen, Marco A. Inzunza Ibarra, Gerardo Delgado Ramírez, Gerardo Esquivel Arriaga, Miguel Agustín Velásquez Valle	
<b>EFFECTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL AGUA DE RIEGO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CHILE JALAPEÑO AUTLAN, BAJO CONDICIONES SEMI-HIDROPONICAS DE INVERNADERO</b>	<b>158</b>
José Luis González Barrios, Uriel Calderón Villegas, Magdalena Villa Castorena, Hilario Macías Rodríguez, Ernesto Catalán Valencia, Abel Román López	
<b>ESTUDIO DEL CALCIO: EFFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y CONTENIDO NUTRIMENTAL EN SANDÍA (<i>Citrullus lanatus Thunb.</i>)</b>	<b>164</b>
Adrian Fabela Zacarías, Damian Aguilera Tapia, Leticia Alfaro Hernández, Natanhael Flores González, Carlos A. Flores Márquez, Fernando García Puebla	

---

- 
- ESTUDIO DEL AZUFRE: INTERACCION CON NITROGENO Y POTASIO, EL EFECTO EN LA NUTRICION, PRODUCCION Y CALIDAD DE SANDIA (*Citrullus lanatus Thunb.*)** 174  
Natanhael Flores González, Leticia Alfaro Hernández, Adrián Fabela Zacarías, Damián Aguilera Tapia, Alberto Valverde López, Carlos A. Flores Márquez
- CARACTERISTICAS DEL FRUTO DE TORONJA (*Citrus Paradisi Macf*) ASPERJADOS CON FITOHORMONAS Y MICRONUTRIMENTOS** 183  
Juan José Galván Luna, Marco Antonio Bustamante García, Víctor Manuel Reyes Salas, Fabiola Aureoles Rodríguez , Andrés Martínez Cano y Ma. Guadalupe Pérez Ovalle
- CRECIMIENTO DE PLANTAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris L.*) BAJO CONDICIONES DE PREACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS** 188  
Magdalena Villa-Castorena, Ernesto Alonso Catalán-Valencia, Marco Antonio Inzunza-Ibarra, Abel Román-López, José Luis González-Barrios
- EVALUACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CRIOLLO.** 194  
J. Natividad Gurrola Reyes, Oscar Díaz Martínez, Gerardo Pérez Santiago y Ma. Berenice González Maldonado
- ALTERNATIVAS POBLACIONALES DEL ALGODONERO EN LA COMARCA LAGUNERA PARA AUMENTAR RENDIMIENTO DE FIBRA** 200  
Miguel Palomo Rodríguez, Miguel Rivera González, María del Rosario Jacobo Salcedo, Juan Estrada Avalos, Gerardo Delgado Ramírez, Juan Carlos Carmona Navarrete
- RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE INVERNAL OBTENIDO CON DIFERENTES VARIEDADES DE TRIGO CULTIVADAS EN DURANGO** 206  
Jesús López Hernández, Rigoberto Rosales Serna, Rafael Jiménez Ocampo, María Virginia Montelongo Torres, Pablo Alfredo Domínguez Martínez, Cynthia Adriana Nava Berumen
- RENDIMIENTO DE MAIZ FORRAJERO BAJO LA ADICIÓN DE ACIDO HUMICO Y ALGAENZIMAS** 210  
Victoria Jared Borroel García, Héctor Zermeño González
- EVALUACIÓN DE CUATRO SORGOS FORRAJEROS EN DOS LOCALIDADES DE LA ZONA DE TEMPORAL DEL ESTADO DE SINALOA.** 217  
Daniel Gonzalez Gonzalez, Moreno Hernández Jesús Martín
- EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE SUDANÉS DOS LOCALIDADES DE LA ZONA DE BAJA PRECIPITACIÓN DEL ESTADO DE SINALOA.** 223  
Daniel Gonzalez Gonzalez, Gastelum Delgado Miguel Ángel; Reyes Jiménez Juan Esteban, Loaiza Meza Alfredo
-



- 
- EVALUACION DE TRES VARIEDADES DE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) EN ZONA DE BAJA PRECIPITACIÓN DEL ESTADO DE SINALOA** 228  
Daniel Gonzalez Gonzalez, Reyes Jiménez Juan Esteban, Loaiza Meza Alfredo, Gastelum Delgado Miguel Ángel
- DESARROLLO DE TOMATE EN DIFERENTES SUSTRATOS Y VOLÚMENES DE RIEGO BAJO CONDICIONES DE MALLA SOMBRA** 233  
Alejandro Moreno-Reséndez, Víctor Martínez-de-Vicente, César Márquez-Quiroz, José Luis Reyes-Carrillo, José Luis Puente-Manríquez, Norma Rodríguez-Dimas, Cándido Márquez-Hernández
- COMPORTAMIENTO DE TRES ESPECIES FORRAJERAS BAJO ESTRÉS HÍDRICO PARA SIMULAR SEQUÍA** 240  
Obed Gabriel Gutierrez Gutierrez, Morales Nieto Carlos Raúl, Corrales Lerma Raúl, Álvarez Holguín Alan, Sáenz Flores Edith
- EFECTO DEL CLON SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA PARA VINIFICACIÓN EN LA VARIEDAD SHIRAZ (*Vitis vinífera* L.)** 246  
Eduardo Madero Tamargo, Rodolfo Faz Contreras, Angel Lagarda Murrieta, Miguel Palomo Rodriguez Angel Porfirio Roblero Roblero
- EFECTO DE LAS DISTANCIAS DE PLANTACIÓN, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD SHIRAZ (*Vitis vinífera* L.)** 250  
Eduardo Madero Tamargo, Rodolfo Faz Contreras, Angel Lagarda Murrieta, Esperanza González Roblero, Miguel Palomo Rodríguez
- ESTUDIO DEL EFECTO DEL PORTAINJERTO, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD SHIRAZ (*Vitis vinífera* L.)** 255  
Eduardo Madero Tamargo, Rodolfo Faz Contreras, Angel Lagarda Murrieta, Judith Pérez Cruz
- SUSTRATOS ORGÁNICOS Y CALIDAD NUTRACEUTICA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE EN INVERNADERO** 262  
Manuel Fortis Hernández, González-Betancourt María de Lourdes; Preciado-Rangel Pablo; Segura-Castruita Miguel Angel; Esparza-Rivera Juan Ramon; Chavarría-Galicia José Antonio.; Ruíz Ortega Francisco Javier
- ADAPTACIÓN DE POBLACIONES DE MAÍZ TROPICAL A CLIMA TEMPLADO MEDIANTE SELECCIÓN MASAL** 268  
Norma Santiago López, J. Jesús García Zavala, Gilberto Esquivel Esquivel, José Domingo Molina Galán, Apolinar Mejía Contreras, Armando Espinoza Banda, Ulises Santiago López
- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA Y NUTRICIA DEL FRIJOL PRODUCIDO EN VICENTE GUERRERO, DURANGO** 272  
Erika Cecilia Gamero Posada, Rigoberto Rosales Serna María de la Luz Reyes García Mayra Amezcua Rojas Karla Araceli Silva Ramírez
-

---

<b>PRODUCCIÓN DE FORRAJES EN EXPLOTACIONES LECHERAS EN LA REGIÓN LAGUNERA</b>	<b>279</b>
Gregorio Núñez Hernández, Karla Rodríguez Hernández, Hugo Serrato Medina, Monserrat Duarte Sánchez y Rodolfo Faz Contreras	
<b>CALIDAD NUTRICIONAL Y UTILIZACIÓN DE FORRAJES EN EXPLOTACIONES LECHERAS EN LA REGIÓN LAGUNERA</b>	<b>285</b>
Gregorio Núñez Hernández, Karla Rodríguez Hernández Jorge Alberto Granados Niño	
<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE CUATRO CULTIVOS ALTERNATIVOS Y DOS TRADICIONALES EN LA COMARCA LAGUNERA</b>	<b>290</b>
Mara Judith Ortíz Ángel, J. Santos Serrato Corona, David G. Reta Sánchez, Juan José Valenzuela Rosales, Judith Puentes Gutiérrez	
<b>DESARROLLO DE SORGO CON SIMBIOSIS MICORRÍZICA E IRRIGADO CON NIVELES DE SALINIDAD EN EL AGUA</b>	<b>297</b>
Arturo Díaz Franco, Martín Espinosa Ramírez y Flor Elena Ortiz Cháirez	
<b>ASIMILACIÓN DE NITRÓGENO Y RENDIMIENTO DEL FRIJOL FERTILIZADO CON SELENIO</b>	<b>303</b>
Ricardo Barrera Tovar, Esteban Sánchez Chávez y Rodolfo Faz Contreras	
<b>PRODUCCIÓN INTENSIVA DEL CULTIVO DE MELÓN BAJO CASA SOMBRA COMO ALTERNATIVA PRODUCTIVA</b>	<b>309</b>
María Del Carmen Potisek Talavera, González Cervantes Guillermo, Velásquez Valle Miguel, González Barrios José Luis, Macías Rodríguez Hilario	
<b>PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE AVENA BAJO DIFERENTE ESTRÉS HIDRICO EN EL SUELO</b>	<b>315</b>
Marco A. Inzunza Ibarra, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Ma. Magdalena Villa Castorena, Abel Román López y Rutilo López López	
<b>PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE TOMATE, <i>Lycopersicon esculentum</i>, BAJO CONDICIONES DE MALLA-SOMBRA</b>	<b>321</b>
David Ovalle Rios, Karla Estela Novella De La Torre, Homero Sánchez Galván y Urbano Nava Camberos	
<b>RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE OBTENIDO CON LA ASOCIACIÓN DE ESPECIES VEGETALES ADAPTADAS EN DURANGO</b>	<b>327</b>
Luz María Salazar Sánchez, Rigoberto Rosales Serna Rafael Jiménez Ocampo, Pablo Alfredo Domínguez Martínez	

---

- 
- RENDIMIENTO DE GRANO, ENROLLAMIENTO Y FOGUEO DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO RESTRINGIDO** 332  
Oralia Antuna Grijalva, Espinoza Banda Armando, Ceniceros Chávez César, Coyac Rodríguez José Luis, Lozano García José Jaime, Zapata Ramos Olga Araceli, Hernández Cruz Daniel Arnulfo, Gómez Fuentes Leocadio, Zapata Adame Sergio Alejandro y Murrieta Toledano Jonathan
- EFECTO DE PRETRATAMIENTOS EN LA GERMINACIÓN in vitro DE SEMILLAS TETRAPLOIDES DE TOMATILLO (*Physalis ixocarpa* BROT.)** 337  
Leticia Escobedo Bocardo, Mateo Pérez Jiménez, Francisca Ramírez Godina, Hermila Trinidad García Osuna, María Alejandra Torres Tapia
- PRODUCTIVIDAD DE AGUA DE LA AVENA A DIFERENTES CONDICIONES DE HUMEDAD DEL SUELO** 344  
Marco Antonio Inzunza Ibarra, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Ma. Magdalena Villa Castorena, Abel Román López y Rutilo López López
- VALIDACIÓN DEL HÍBRIDO CHIPO BAJO DOS SISTEMAS DE RIEGO EN LA REGIÓN DE DELICIAS, CHIHUAHUA** 350  
Paulina Nava Ruiz, Francisco Báez Iracheta, Gamaliel Orozco Hernandez y Jorge Irám Sáenz Solís
- RENTABILIDAD DE GENOTIPOS DE FRIJOL CON DIFERENTES MÉTODOS DE SIEMBRA EN AGUASCALIENTES** 355  
Mercedes Borja Bravo, Esteban Salvador Osuna Ceja, Sergio Arellano Arciniega, Luis Reyes Muro
- RENTABILIDAD DE FRIJOL DE TEMPORAL CON TECNOLOGÍA TRADICIONAL Y RECOMENDADA** 361  
Sergio Arellano Arciniega, Mercedes Borja Bravo, Esteban Salvador Osuna Ceja, Luis Reyes Muro, Carlos Rojas Santillán, Ernesto Martínez Reyes
- POTENCIAL FORRAJERO DE VARIEDADES DE SOYA CON DIFERENTE CICLO DE CRECIMIENTO Y TIPO DE PLANTA DURANTE EL CICLO PRIMAVERA-VERANO EN DELICIAS, CHIH.** 367  
Gamaliel Orozco Hernández, David G. Reta Sánchez, Francisco Báez Iracheta y Guadalupe Terrazas Prieto
- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE LA ZONA INDÍGENA EN EL MUNICIPIO EL MEZQUITAL DURANGO.** 373  
Ruth Martínez Partida, Reséndiz PF, Jara GLJ, Ibarra FJM, Núñez MOG
- EVALUACIÓN DEL ÍNDICE GRADO DIA (SDD) EN EL CULTIVO DE TOMATE HIDROPÓNICO (*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO** 378  
Vázquez-Lee, J, Munguía-López, J. P; Grajales-Sarabia, F.
-

- 
- |  |            |
|--|------------|
| <b>COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD MEIÓTICA EN CUATRO GENERACIONES DE AUTOTETRAPLOIDES DE <i>Physalis ixocarpa</i> Brot.</b>                                      | <b>384</b> |
| Francisca Ramírez Godina, Valentín Robledo Torres, Manuel Humberto Reyes Valdes, María Alejandra Torres Tapia, Leticia Escobedo Bocado                                     |            |
| <b>DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA Y RENDIMIENTO DE AJO (<i>Allium sativum</i> L.) DE SEMILLA FRIGOTRATADA.</b>   | <b>391</b> |
| Homero Espinoza Raygoza, Manuel Reveles Hernández, Ricardo Trejo Calzada.  |            |
| <b>ESCOBETEADO DE PLANTAS DE AJO EN RELACIÓN A DIFERENTES PERIODOS DE FRIO APLICADOS A SEMILLA.</b>  | <b>395</b> |
| Homero Espinoza Raygoza, Manuel Reveles Hernández, Ricardo Trejo Calzada.  |            |
| <b>AREA FOLIAR ESPECIFICA DEL MELON PRODUCIDO FUERA DE TEMPORADA EN RESPUESTA AL USO COMBINADO DE ACOLCHADO MAS MICROTUNEL EN LA COMARCA LAGUNERA</b>                      | <b>399</b> |
| Gaytán-Mascorro, A, Chew-Madinaveitia, Y.I., Reta-Sánchez, D.G.,y Espinoza-Arellano, J.J., Martínez-Rodríguez, J.G.  |            |
| <b>COMPORTAMIENTO DE CLONES DE AJO JASPEADO DURANTE EL PROCESO DE MEJORAMIENTO EN AGUASCALIENTES</b>   | <b>407</b> |
| Luis Martín Macías Valdez, Luis Humberto Maciel Pérez  |            |
| <b>RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE INVERNAL OBTENIDO CON DIFERENTES VARIEDADES DE PASTO ANUAL CULTIVADAS EN DURANGO</b>   | <b>413</b> |
| Hilario Flores Gallardo, Pablo Alfredo Domínguez-Martínez, Rigoberto Rosales-Serna, Rafael Jiménez-Ocampo, María Virginia Montelongo-Torres y Cynthia Adriana Nava-Berumen |            |
| <b>PRODUCCIÓN DE MAÍZ (<i>Zea mays</i>) EN TEMPORAL DE ZONAS SEMIÁRIDAS CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN LA REGIÓN DE SAN LUIS DEL CORDERO, DURANGO</b>                        | <b>419</b> |
| Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Hilario Macías Rodríguez, Miguel Rivera González, Miguel Agustín Velásquez Valle, Ignacio Sánchez Cohen                                    |            |
| <b>EVALUACIÓN DE CEREALES DE GRANO PEQUEÑO FORRAJEROS EN LA REGIÓN ALTOS NORTE DE JALISCO</b>  | <b>424</b> |
| Jorge Humberto Villarreal Rodas, Luis Eduardo Árias Chávez, Gregorio Núñez Hernández, Jorge Armando Bonilla Cárdenas.  |            |
| <b>ÍNDICE DE COSECHA Y RENDIMIENTO DE FRIJOL CV. PINTO SALTILLO EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN ZACATECAS</b>  | <b>429</b> |
| Jose Angel Cid Rios, Manuel Reveles Hernández, Jose Ruiz Torres  |            |
-

- 
- RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE LA VARIEDAD DE FRIJOL NEGRO FRIJOZAC 101, BAJO TEMPORAL EN ZACATECAS** 433  
Jose Angel Cid Rios, Manuel Reveles Hernández, Jose Ruiz Torres
- PRODUCCIÓN DE TOMATE EN INVERNADERO USANDO COMPOST COMO SUSTRATO** 436  
Pablo Preciado Rangel, Manuel Fortis Hernández y Miguel Ángel Segura Castruita
- EVALUACIÓN DE TRES HÍBRIDOS COMERCIALES DE MELÓN CANTALOUPE (*Cucumis melo* L.) BAJO DOS NIVELES DE RIEGO EN SIEMBRA INTERMEDIA** 440  
Delgado Ramírez Gerardo, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Ma. Magdalena Villa Castorena, Ernesto Alonso Catalán Valencia, Abel Román López.
- RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO EN VID PARA MESA CON DIFERENTE MANEJO DE SUELO** 448  
Manuel Antonio-Galindo-Reyes, Osias Ruiz-Álvarez, José Carlos Monárrez-González y Carlos Hugo Castañeda-Esparza, Rosa Paulina Palomino-Luevano, Ricardo Fabián Guevara-Medina
- PRODUCCIÓN DE MAÍZ HIDROPÓNICO BAJO CONDICIONES DE UN INVERNADERO SEMIEQUIPADO EN LA COMARCA LAGUNERA.** 453  
Edgar González Hurtado, Edmundo Castellanos Pérez, J. Santos Serrato Corona, J. Angel Maraña Santacruz
- PRODUCCIÓN DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L.) CON ESTIÉRCOL SOLARIZADO Y RIEGO POR CINTILLA EN LA COMARCA LAGUNERA** 458  
Jorge Mateo Name Castillo, Ignacio Orona Castillo; Cirilo Vázquez Vázquez; José Ángel Maraña Santacruz; Antonio Gallegos Ponce; Miguel A. Gallegos Robles y Judith Puentes Gutierrez
- DINÁMICA DE CRECIMIENTO INICIAL DE HIGUERA CON ALTA DENSIDAD DE PLANTACIÓN BAJO CONDICIONES DE MACROTUNELES EN LA REGIÓN LAGUNERA DE DURANGO.** 465  
Hilario Macías Rodríguez, Ma. Magdalena Villa Castorena, Arcadio Muñoz Villalobos, Miguel Rivera González, Miguel A. Velásquez Valle
- EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y NIVELES DE NUTRIENTES AL FOLLAJE DEL ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN MALLA SOMBRA.** 470  
José Luis Puente Manríquez, Reina Toledo Estrada , Ely Ponce Hernández , Alejandro Moreno Reséndez, José Simón Carrillo Amaya, Hector Javier Martínez Agüero, Juan de Dios Ruiz de la Rosa
- COMPARACION DE RENDIMIENTO DE OCHO HIBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DE ALTO POTENCIAL FORRAJERO COMPARADOS CON UN TESTIGO REGIONAL.** 474  
Martínez A. Héctor Javier
-

---

<b>IMPORTANCIA DE LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA PARA EL SISTEMA VACA-BECERRO EN LAS REGIONES SEMIÁRIDAS DE COAHUILA Y DURANGO.</b>	<b>482</b>
Avila Cisneros Rafael, Rocha Valdez Juan Leonardo, De La Cruz Arreola Benito	
<b>JAMÓN COCIDO CON CARNE DE CABRA BAJO EN NITRITOS</b>	<b>490</b>
Castañeda-Gallardo F., Figueroa-González Juan José , Morales-Cruz Juan, Juárez-García Manuel, Echavarría-Cháirez Francisco Guadalupe	
<b>RENDIMIENTO EN CANAL Y COMPONENTES NO CÁRNICOS EN BOVINOS EN EL CENTRO SUR DEL ESTADO DE DURANGO</b>	<b>495</b>
Sánchez Vázquez del Mercado Lina Alejandra, Revilla Barrios Ezequiel, Favela Ríos Andrés, Gallegos de la Hoya Mayela Patricia, Toca Ramírez José Ascención	
<b>EL BAJO RENDIMIENTO EN CANAL DE LA RAZA HOLSTEIN-FRIESIAN: MITO O REALIDAD EN LA COMPRA VENTA?</b>	<b>500</b>
Juan Pablo Martin Casillas, Ibarra de la Hoya Blanca Paloma, Barretero Garcia Oscar, Gallegos de la Hoya Mayela Patricia, Rodriguez Contreras Pedro	
<b>CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINOS FINALIZADOS A BASE DE FORRAJE Y GRANO SECO DE DESTILERÍA</b>	<b>505</b>
Esperanza Herrera Torres, Manuel Murillo Ortiz, Guadalupe Villareal Rodríguez, Luis Antonio Rueda Ibarra	
<b>CONSUMO DE AGUA CLORADA EN INVIERNO EN BECERRAS LECHERAS HOLSTEIN FRIESIAN</b>	<b>509</b>
Ramiro González Avalos, González Avalos José, Chaidez Martínez Miguel Ángel, Peña Revuelta Blanca Patricia, Pérez Reboloso Elizabeth, Macías Ortiz Edgar Jesus, Núñez González Lilia Esmeralda	
<b>CONSUMO DE CONCENTRADO INICIADOR EN BECERRAS LECHERAS SOMETIDAS A DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN LÍQUIDA</b>	<b>515</b>
Ramiro González Avalos, Pérez Reboloso Elizabeth, González Avalos José, Ramos Álvarez Juan Fancisco, Florentino Bobadilla Guadalupe, Fernández de la Cruz Aleida, Peña Revuelta Blanca Patricia, Núñez González Lilia Esmeralda	
<b>EFFECTO DEL SELENIO Y VITAMINA B12 SOBRE LA TRANSFERENCIA PASIVA DE INMUNIDAD EN BECERRAS RECIEN NACIDAS HOLSTEIN FRIESIAN</b>	<b>520</b>
Elizabeth Pérez Reboloso, González Avalos José, Macías Ortiz Edgar Jesus, Peña Revuelta Blanca Patricia, Núñez González Lilia Esmeralda, González Avalos Ramiro	
<b>NITRÓGENO AMONACAL Y UREICO EN BOVINOS SUPLEMENTADOS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN AGOSTADEROS DEL EJIDO ESCOBEDO, EL ORO, DURANGO, MÉXICO.</b>	<b>525</b>
J. Santos Serrato Corona, Enrique Ocón Meráz, Edmundo Castellanos Pérez	

---

- 
- |  |            |
|--|------------|
| <b>CAMBIO DE PESO EN BOVINOS SUPLEMENTADOS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN AGOSTADEROS DEL EJIDO GRAL. ESCOBEDO, EL ORO, DURANGO, MÉXICO.</b>   | <b>530</b> |
| J. Santos Serrato Corona, Enrique Ocón Meráz, Edmundo Castellanos Pérez  |            |
| <b>EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE EL PESO Y SANIDAD INTESTINAL DE POLLOS DE ENGORDA</b>   | <b>534</b> |
| Pablo A. Domínguez Martínez, Arturo Pro-Martínez, Ciro A. Ruíz-Feria, Rafael Jiménez Ocampo, Rigoberto Rosales Serna   |            |
| <b>EVALUACION DE LA UTILIZACION DE ENSILADO DE CERDAZA EN EL COMPORTAMIENTO DE OVINOS</b>  | <b>539</b> |
| Raúl Martínez Lopez, Estrada Magdaleno Angélica, Liceaga Rivera David  |            |
| <b>BALANCE Y EFICIENCIA DEL USO DE NITROGENO EN LA ALIMENTACIÓN DEL BOVINO LECHERO DE AGUASCALIENTES</b>   | <b>544</b> |
| Omar Iván Santana, Carlos U. Haubi Segura  |            |
| <b>ZOMETRÍA, RITMO DE CRECIMIENTO Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN HEMBRAS DE REEMPLAZO DE LA RAZA HOLSTEIN</b>  | <b>551</b> |
| Mayela Gallegos De La Hoya, Reyes I.N.S., Castañeda S.E.A., Toca R.J.A. Reveles S.F.O.   |            |
| <b>INDUCCION DE LA ACTIVIDAD SEXUAL EN CABRAS CRIOLLAS ANOVULATORIAS EN LA COMARCA LAGUNERA MEDIANTE DIFERENTES DOSIS DE HCG</b>   | <b>556</b> |
| Evaristo Carrillo Castellanos, Alvarado- Espino AS, González- Álvarez VH, Tapia-Robles KI, Guillen-Muñoz JM, Carrillo-Moreno E, Véliz FG   |            |
| <b>INFLUENCIA DE LA VIA DE ADMINISTRACIÓN SOBRE LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS CUANDO SE LES APLICA 100 UI DE HCG</b>   | <b>561</b> |
| Evaristo Carrillo Castellanos, Vicente Homero González Alvarez, Alan Sebastian Alvarado Espino, Karen Isabel Tapia Robles, Juan Manuel Guillen Muñoz, Raymundo Rivas Muñoz, Juan Alberto García Torres, Francisco Gerardo Véliz Deras. |            |
| <b>IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE BECERRAS LACTANTES EN ESTABLOS SEMITECNIFICADOS/FAMILIARES DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN LOS ALTOS DE JALISCO</b>  | <b>566</b> |
| Eliab Estrada Cortes, Gutiérrez MJP, Espinosa MMA, Montiel OLJ, Vera AHR, Ramírez HR   |            |
| <b>INVENTARIOS BOVINOS Y ESTADO REPRODUCTIVO DE VACAS EN ESTABLOS SEMITECNIFICADOS/FAMILIARES DE PRODUCCIÓN DE LECHE, EN EL ESTADO DE GUANAJUATO</b>   | <b>571</b> |
| Mario Alfredo Espinosa Martínez, Eliab Estrada Cortés, Héctor R. Vera Ávila, Eugenio Villagómez Amezcua Manjarrez, Ericka Ramírez Rodríguez  |            |
-

- 
- DESARROLLO POST-PARTO DE CABRITOS CRIOLLOS EN LA COMARCA LAGUNERA (SISTEMA EXTENSIVO)** 576  
A Ulises Chávez Solís, Vélez MLI, Salinas GH
- FERTILIDAD EN CABRAS ANESTRICAS SOMETIDAS A MACHOS CON DIFERENTE CONDUCTA SEXUAL** 580  
Velez Monroy Leonardo Ivan, Chávez SAU, Vélez FG, Salinas GH
- BIOESTIMULACION SEXUAL DE LAS CABRAS CRIOLLAS ANESTRICAS A REBAÑO ABIERTO Y CONTROLADO** 583  
Velez Monroy Leonardo Ivan, Chávez SAU, Vélez DFG, Salinas GH
- EVALUACIÓN REPRODUCTIVA Y CORPORAL DE CABRAS SUPLEMENTADAS CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ** 588  
Velazquez Morales Mireyda, Evaristo Carrillo Castellanos, Juan Alberto Garcia Torres, Fabela Hernandez Adan, Veliz Deras Francisco Gerardo y Rivas Muñoz Raymundo
- LA ALIMENTACIÓN AFECTA AL COMPORTAMIENTO SEXUAL DE LOS MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON TESTOSTERONA EXÓGENA** 594  
Alvarado-Espinosa JF, Vélez-Deras FG, Ángel-García O, Gonzalez-Tavizón A, Calderón-L MG, Vélez-Monroy LI, Hernández-Bustamante JD, De Santiago-Miramontes MA
- ANATOMÍA MICROSCÓPICA DE LA MADERA DE *Bursera morelensis* Ramirez.** 599  
Omar Durán Guerra, Paz A. Quintanar Isaias, Palmira Bueno Hurtado , Diana y. Ávila Flores
- ELABORACIÓN DE PANQUÉ DE FRIJOL NEGRO RICO EN FIBRA** 605  
Juan José Figueroa González, Guzmán-Maldonado Salvador Horacio, Herrera-Hernández María Guadalupe
- DETERMINACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN TRIGO GRANO IRRIGADO POR GRAVEDAD EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA Y SAN LUIS RIO COLORADO, SONORA** 610  
José Luís Ríos Flores, José Ruiz Torres, Rafael Castro Franco, Miriam Torres Moreno, Marco Antonio Torres Moreno
- PRODUCTIVIDAD FÍSICA Y ECONÓMICA DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE ALGODÓN (*Gossypium hirsutum*) EN EL DR-017 COMARCA LAGUNERA Y EL DDR-148 CAJEME, SONORA** 616  
José Luís Ríos Flores, Miriam Torres Moreno, Jose Ruiz Torres, Rafael Castro Franco, Marco Antonio Torres Moreno
- CALIDAD FISIOLÓGICA DE TRES ESPECIES DE PASTOS: SU INTERÉS PARA RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS DEL SURESTE DE COAHUILA** 621  
Mariano Narcia Velasco, DavidCastillo-Quiroz
-



---

<b>INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA AGRICULTURA CONOCIMIENTO PARA MOVER A MEXICO</b>	<b>627</b>
Ricardo Angel López López, Covarrubias Ramírez., Juan Manuel, Parga Torres, Víctor Manuel, Sánchez Chaparro, Juan David	
<b>LOS ÁRBOLES DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TORREÓN COAHUILA</b>	<b>634</b>
Madinaveitia Ríos Héctor	
<b>POTENCIAL FITORREMIADOR Y RETENCIÓN DE CADMIO POR <i>Ehretia tinifolia</i> EN ZONA ALEDAÑA A MET-MEX PEÑALES DE TORREÓN COAHUILA</b>	<b>644</b>
Madinaveitia Ríos Héctor, Edgardo Cervantes Álvarez, María Isabel Blanco Cervantes, Mario García Carrillo, Luis Javier Hermosillo Salazar Luis y María Marcia Juárez Altunar.	
<b>DINAMICA DE FERMENTACION IN VITRO EN NOPAL <i>Opuntia ficus-indica</i> CON <i>Saccharomyces cerevisiae</i></b>	<b>652</b>
Leslie Berúmen Hernández, Esperanza Herrera Torres, Manuel Murillo Ortiz, Jesús Páez Lerma	
<b>DETERMINACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO DE CRECIMIENTO DE TILAPIA (<i>Oreochromis niloticus</i>) EN ZONAS TEMPLADAS</b>	<b>656</b>
José Luis Rodríguez Álvarez, Gerardo Grijalva Avila, Carmen Leticia Mar Tovar, Arnulfo Pajarito Ravelero	
<b>EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE TILAPIA (<i>Oreochromis niloticus</i>) EN UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN CONDICIONES PROTEGIDAS</b>	<b>662</b>
Carmen Leticia Mar Tovar, Arnulfo Pajarito Ravelero, Gerardo Grijalva Avila, José Luis Rodríguez Álvarez	
<b>EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN PRODUCTORA DE DURAZNO EN ZACATECAS, MÉXICO</b>	<b>668</b>
Guillermo Medina García, José Ariel Ruiz-Corral, Jorge A. Zegbe, Jesús Soria Ruiz, Víctor Rodríguez Moreno y Gabriel Díaz Padilla	
<b>CONTENIDO DE CARBONO EN HUERTOS DE GUAYABO EN CALVILLO AGUASCALIENTES</b>	<b>674</b>
Antonio de Jesús Meraz Jiménez , Torres González Jorge Alejandro, Martínez de Lara Jorge, Hernández Marmolejo Uvaldo, Rojas García Fabiola, Luna Ruiz José de Jesús	
<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL NOPAL FERMENTADO CON <i>Saccharomyces cerevisiae</i></b>	<b>679</b>
Manuel Murillo Ortiz, Esperanza Herrera Torres, Leslie Berúmen Hernández, Guadalupe Villarreal Rodríguez	

---

- 
- SISTEMA DE INFORMACIÓN Y SOPORTE PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN EL SURESTE DE MÉXICO.** 682  
Genovevo Ramírez Jaramillo, Góngora González S. F.
- PROGRAMA DE CÁLCULO DE EFICIENCIA ELECTROMECAÁNICA (Eem) EN BOMBAS DE POZO PROFUNDO UTILIZANDO MULTÍMETRO.** 687  
Manuel Eduardo Pérez Marroquin, Abel Román López, Ernesto Catalán Valencia, Marco A. Inzunza Ibarra, Ma. Magdalena Villa Castorena
- CONTENIDO DE SELENIO EN GRANO CRUDO Y COCIDO DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL PRODUCIDAS EN DURANGO** 695  
Rafael Jiménez Ocampo, Rigoberto Rosales Serna, Mayra Denise Herrera Leyva
- PERDIDAS DE NITRÓGENO POR VOLATILIZACIÓN EN AGUA RESIDUAL CRUDA PARA SU APROVECHAMIENTO EN ACTIVIDADES AGROPECUARIAS DE MATAMOROS COAHUILA** 700  
Miguel Palomo Rodríguez, Miguel Rivera González, María del Rosario Jacobo Salcedo, Juan Estrada Avalos, Gerardo Delgado Ramírez, Juan Carlos Carmona Navarrete
- MODELOS MATEMÁTICOS DEL CRECIMIENTO DE FRUTOS DE DURAZNO Y PERA EN TRES SISTEMAS DE MANEJO** 705  
Joel Díaz Martínez, Isaias Chairez Hernández, J. Natividad Gurrola Reyes, Gerardo Pérez Santiago, Celina González Guereca
- MODELOS PARA ESTIMAR EL COEFICIENTE DE DESARROLLO DE ALGUNOS CULTIVOS EN ZONAS HOMOGÉNEAS DE ZACATECAS, MÉXICO** 715  
Miguel Servín Palestina, Leonardo Tijerina Chávez, Guillermo Medina García
- ECUACIONES DE DIÁMETRO-ALTURA DE *Pinus pseudostrobus* Lindl. EN UN BOSQUE MIXTO EN EL NORESTE DE MÉXICO** 721  
Rubio Camacho Ernesto Alonso, González Tagle Marco Aurelio, Chávez Durán Álvaro Agustín, Jiménez Pérez Javier, Alanís Rodríguez Eduardo
- EVALUACIÓN DE LA CARGA DE COMBUSTIBLES SUPERFICIALES (NECROMASA), EN UN BOSQUE DE PINO-ENCINO EN EL NORESTE DE MÉXICO** 727  
Rubio Camacho Ernesto Alonso, González Tagle Marco Aurelio, Chávez Durán Álvaro Agustín, Jiménez Pérez Javier y Alanís Rodríguez Eduardo
- PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN CANOLA CON RIEGO POR GOTEY Y DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN** 732  
Antonio Anaya Salgado, Núñez H. G., Cruz Ch. J. J. , Figueroa V.U. , Faz C.R., Reta S. D. G. , Estrada A. J. , Herrera G. C. I., Serrato M. H. A.
-

- 
- PRODUCCION Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN TRITICALE CON RIEGO POR GOTEY Y DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN** 738  
Antonio Anaya Salgado, Núñez H. G., Cruz Ch. J. J. , Figueroa V.U. , Faz C.R., Herrera G. C. I., Delgado R. G., Serrato M. H. A.
- EFECTO DE LA LÁMINA DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA CON CINTILLA DE GOTEY** 743  
Osías Ruíz Álvarez, Omar Iván Santana, Gregorio Núñez Hernández, Manuel A. Galindo Reyes y Arturo Corrales Suastegui
- EFICIENCIA DEL RIEGO Y PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN MÁIZ FORRAJERO EN SEIS RANCHOS DE AGUASCALIENTES** 750  
Osías Ruíz Álvarez, Omar Iván Santana, Manuel A. Galindo Reyes y Arturo Corrales Suastegui
- EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA CON ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS EN AGUASCALIENTES** 757  
Osías Ruíz Álvarez, Manuel A. Galindo reyes, Arturo Corrales Suastegui, Luis A. González Jasso y Luis A. Díaz García
- ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO MEDIANTE SISTEMAS AUTOMATIZADOS Y PROTOCOLOS DE INTERNET** 762  
Álvaro Agustín Chávez Durán , Hugo Ernesto Flores López, Juan Pablo Gutiérrez Bayardo, Celia De la Mora Orozco, Ernesto Alonso Rubio Camacho
- PLATAFORMA DE INFORMACIÓN AGROECOLÓGICA CONSTITUIDA SOBRE PROTOCOLOS DE INTERNET WEB MAP** 768  
Álvaro Agustín Chávez Durán, Hugo Ernesto Flores López, Juan Pablo Gutiérrez Bayardo, Celia De la Mora Orozco, Ernesto Alonso Rubio Camacho
- EFECTO DE LOS MICROORGANISMOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO EN LA GERMINACIÓN DE *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto** 775  
Francisco Castillo Reyes, J. David Sánchez-Chaparro, Sandra E. Rangel-Estrada y Jaime Canul-Ku
- MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA BOVINO CARNE EN AGOSTADEROS DURANTE TRES AÑOS CON SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN COAHUILA** 781  
Pedro Hernández Rojas, Raymundo Vázquez Gómez, Ruben D. Garza Cedillo, Carlos Rios Quiroz, Jorge A. Maldonado Jaquez
- ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CALIDAD DE AGUA EN AFLUENTES DE LA REGIÓN DE PUEBLO NUEVO DURANGO, PARA EL DESARROLLO DE LA TRUTICULTURA** 786  
Elizabeth Medina Herrera, Adán González Gómez, Eduardo Sánchez Ortíz, Carmen Leticia Mar Tovar
-

---

<b>EFFECTO DE LA EFICACIA FISICA DE LA FIBRA DETERGENTE NEUTRO SOBRE LA PRODUCCION Y LA COMPOSICIÓN DE LECHE EN CABRAS</b>	<b>792</b>
Daniela Esparza Flores, Francisco Gerardo Véliz Deras, Rafael Rodríguez Martínez, Pedro Antonio Robles Trillo	
<b>CALIDAD NUTRIMENTAL DE INGREDIENTES Y CONSUMO DE MATERIA SECA DEL GANADO EN SISTEMAS DE LECHERIA FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO</b>	<b>796</b>
Luis Eduardo Arias Chávez, Jorge Armando Bonilla Cárdenas, Jorge Humberto Villarreal Rodas, Gregorio Núñez Hernández, Ricardo Basurto Gutiérrez	
<b>CONSUMOS Y CALIDAD DE DIETAS DE VACAS EN PRODUCCION DEL SISTEMA DE LECHERIA FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO</b>	<b>801</b>
Luis Eduardo Arias Chávez, Jorge Armando Bonilla Cárdenas, Jorge Humberto Villarreal Rodas, Gregorio Núñez Hernández, Ricardo Basurto Gutiérrez	
<b>MUJERES Y AMBIENTE Y EL CULTIVO DE PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES, COMO ELEMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO SUSTENTABLE EN LA MICROCUENCA BUENAVISTA</b>	<b>808</b>
María Janet Arteaga Ordaz, Tamara Guadalupe Osorno Sánchez	
<b>SUBSOLEO EN LA INFILTRACIÓN DE AGUA Y LIXIVIACIÓN DE SALES EN HUERTAS DE NOGAL PECANERO DE LA LAGUNA</b>	<b>814</b>
Ricardo Barrera Tovar, José Alfredo Samaniego Gaxiola, Isidro Reyes Juárez, Juan Guillermo Martínez Rodríguez, Rodolfo Faz Contreras, Antonio Anaya Salgado y Miguel Palomo Rodríguez	
<b>EVALUACIÓN DE <i>Ambrosia ambrosioides</i> COMO POSIBLE HIPERACUMULADORA DE PLOMO</b>	<b>820</b>
Luis Alejandro Contreras Pinto, Valencia Castro C Ma, De la Fuente-Salcido N Ma, Linaje Treviño M Sa, Trejo Calzada R	
<b>ANÁLISIS DE UN ARADO PARA LABRANZA VERTICAL POR ELEMENTO FINITO</b>	<b>826</b>
Ernesto Martínez Reyes, Garibaldi Márquez Francisco	
<b>BIOABSORCIÓN DE PLOMO, CADMIO Y ARSÉNICO EN RÁBANOS (<i>Raphanus sativus</i>) CULTIVADOS EN SUELOS CONTAMINADOS</b>	<b>831</b>
María del Rosario Jacobo-Salcedo, Juan Estrada Avalos, Gerardo Delgado Ramírez, Miguel Palomo Rodríguez, Miguel Rivera González	
<b>PRESENCIA DE FITOPLASMAS EN MALEZA DE AGUASCALIENTES Y ZACATECAS</b>	<b>838</b>
Rodolfo Velásquez Valle, Gabriela Aguirre-Márquez, Luis Roberto Reveles-Torres y Mario Domingo Amador-Ramírez	

---

- 
- CALIDAD SANITARIA DE ESTIÉRCOLES, COMPOSTAS Y BIOSÓLIDOS GENERADOS POR GANADO BOVINO EN LA COMARCA LAGUNERA** 843  
Maritza Argelia Macías Corral, Tomás Rivas García, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Luis Jesús Barrera Flores
- DIAGNÓSTICO DE CAPITALES COMUNITARIOS PARA EL IMPULSO DE MEDIOS DE VIDA SUSTENTABLES EN EL EJIDO VILLAHERMOSA, NUEVO IDEAL, DURANGO** 849  
Nancy Lisette Morales Díaz, Eduardo Sánchez Ortiz
- VALIDACIÓN DEL PRONÓSTICO DE LLUVIA ACUMULADA MEDIANTE EL MODELO WRF PARA LA REPÚBLICA MEXICANA** 855  
Arturo Corrales Suastegui, M. P. Narváez, O. Ruíz, H. Flores, L. A. González, M. A. González & L. H. Maciel
- COMPARACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS TRADICIONALES Y AUTOMATIZADOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN COMPOSTAS DE ESTIÉRCOL BOVINO** 861  
Lourdes Lucía López Romero, Maritza Argelia Macías Corral
- CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LOS MEZQUITALES PUROS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA** 868  
Luis Manuel Valenzuela Núñez, Cándido Márquez Hernández, Guillermo González Cervantes, Amir Briceño Contreras, Sonia Paulina Barraza Morán, Daniel Alejandro Espino Castillo, Roberto Sifuentes Rocha
- CAPTURA DE ALMIDÓN EN DIFERENTES ÓRGANOS VEGETALES DE NOGAL (*Carya illinoensis* Koch) VARIEDAD WESTERN EN DOS ETAPAS FENOLÓGICAS** 873  
Edwin Amir Briceño Contreras, Luis Manuel Valenzuela Núñez; Guillermo González Cervantes; Carmen Potisek Talavera; Daniel A. Espino Castillo; Roberto Sifuentes Rocha; Sonia Paulina Barraza Morán
- ANÁLISIS DE PROTEÍNAS EN EL NOGAL *Carya illinoensis* Koch EN DOS ETAPAS FENOLÓGICAS PRODUCCIÓN - DORMANCIA EN LA COMARCA LAGUNERA.** 879  
Daniel Alejandro Espino-Castillo, Luis Manuel Valenzuela Nuñez, Guillermo Gonzalez Cervantes, Amir Briceño Contreras, Roberto Sifuentes Rocha, Sonia Paulina Barraza Moran, Carmen Potisek Talavera
- COMPARACIÓN DE PRODUCCIÓN DE AMINOÁCIDOS EN *Caladium bicolor* CON PRODUCTOS ORGÁNICOS Y FITOHORMONAS EN DOS ETAPAS FENOLÓGICAS** 885  
Roberto Sifuentes-Rocha, Luis Manuel Valenzuela-Núñez, Guillermo Gonzalez Cervantes, Daniel Alejandro Espino-Castillo, Edwin Amir Briceño-Contreras, Sonia Barraza Moran, Carmen Potisek Talavera
-

- 
- |  |            |
|--|------------|
| <b>DETERMINACIÓN NUTRICIONAL EN NIÑOS DE SIETE COMUNIDADES RURALES TEPEHUANAS DEL MUNICIPIO DEL MEZQUITAL DURANGO</b>  | <b>891</b> |
| Ruth Martínez Partida, Núñez MOG, Torres MJA, Calderón ZMG, Ibarra FM, Jara GLJ, Reséndiz  |            |
| <b>CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y PRODUCTIVA DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR INDÍGENAS DEL MUNICIPIO DEL MEZQUITAL, DURANGO, MÉXICO.</b>                            | <b>897</b> |
| Ruth Martínez Partida, Ibarra FJM, Reséndiz PJF, Jara GLJ, Núñez MOG, Torres MJA.  |            |
| <b>RENTABILIDAD DE UVA PARA LA INDUSTRIA EN AGUASCALIENTES</b>   | <b>902</b> |
| Mercedes Borja Bravo, Luis Reyes Muro, Ernesto González Gaona y Manuel Antonio Galindo Reyes   |            |
| <b>EFFECTO DE DOS PANTALLAS TERMO-REFLECTORAS SOBRE EL MICROCLIMA DEL CULTIVO DE TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum Mill</i>) BAJO CONDICIONES INVERNADERO E HIDROPOÓNIA</b> | <b>908</b> |
| Grajales-Sarabia, Munguía-López, J.P.; Vázquez-Lee, J.; Arellano-García, M.A.  |            |
| <b>CALIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRUTO DE CHILE HABANERO DE INVERNADERO Y APORTACIONES ORGÁNICAS DE NUTRIENTES</b>  | <b>914</b> |
| Valentín Robledo-Torres, Jose A. Patichtan-Moreno, Rosalinda Mendoza-Villarreal, Francisca Ramírez Godina, Luis Alonso Valdez-Aguilar, Efraín de la Cruz –Lázaro.            |            |
| <b>IDENTIFICACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES LIBERADOS POR FLORES, HOJAS Y FRUTOS DE CHILE</b>  | <b>920</b> |
| Luis Antonio Díaz García, Guillermo Sánchez Martínez   |            |
| <b>CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA RESINA DE <i>Pinus leiophylla</i> ANTE EL ATAQUE DE <i>Dendroctonus mexicanus</i></b>   | <b>926</b> |
| Luis Antonio Díaz García, Guillermo Sánchez Martínez   |            |
| <b>BALANCE ENTRE EL GASTO DE AGUA PARA USO DOMESTICO Y PRODUCCION DE MANZANA EN CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA MEDIANTE FOTOINTERPRETACIÓN</b>  | <b>932</b> |
| Juan Carlos Enríquez Venzor, Luis Carlos Alatorre Cejudo, Lara Wiebe Quintana, Jesús Amado Alvarez, Cesar Arturo Gutierrez Ramos y Juan José Alarcón Cabanero                |            |
| <b>CONTAMINACION POR ARSENICO Y CALIDAD FISICOQUIMICA DE LOS ACUÍFEROS CHIHUAHUA-SACRAMENTO Y EL SAUZ-ENCINILLAS EN CHIHUAHUA, MÉXICO.</b>                                   | <b>938</b> |
| Celia Chávez-Mendoza, Celia Holguín-Licón, Cecilia G. Sáenz-Uribe, Rey M. Quintana-Martínez, Alexandro Guevara-Aguilar, Francisco J. Camarillo-Acosta                        |            |
-

- 
- INDICADORES DE LAS FASES DE TEMPERATURA EN LA ELABORACIÓN DE UNA COMPOSTA AERÓBICA CON MEZCLAS DE MATERIALES CON VARIACIONES EN LA RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO** 947  
Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Maritza Argelia Macías Corral, Tomas Rivas García, Luis Jesús Barrera Flores
- SEMBRADORA VERSÁTIL DE PRECISIÓN MECÁNICA PARA SIEMBRA DE FRIJOL EN CAMA CON DIFERENTES HILERAS** 955  
Carlos Rojas Santillán, Esteban Salvador Osuna Ceja, Raúl Vidal García Hernández y Sergio Arellano Arciniega
- ANÁLISIS DEL MODELO MATEMÁTICO HIDRODINÁMICO DEL RIEGO POR SUPERFICIE EN LA COMARCA LAGUNERA** 960  
Delgado Ramírez Gerardo, Miguel Palomo Rodríguez, Miguel Rivera González, María del Rosario Jacobo Salcedo, Juan Estrada Ávalos
- DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DE AGUA EN VIÑEDOS DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES** 968  
Manuel Antonio-Galindo-Reyes, Hugo Carlos Castañeda-Esparza, Mercedes Borja-Bravo, Osias Ruiz-Álvarez, José Manuel Martínez-Mireles, Héctor Silos-Espino, Ricardo Favian Guevara-Medina
- LA MATERIA ORGANICA Y EL NITROGENO MINERALIZADO, PARA LOS SUELOS DEL TERRITORIO MEXICANO Y AREAS AGRICOLAS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO.** 974  
Miguel Rivera González , María del Rosario Jacobo Salcedo, Juan Estrada Avalos , Gerardo Delgado Ramírez y Miguel Palomo Rodríguez
- GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y NUTRIENTES EN SORGO FORRAJERO CON TRES RIEGOS DE AUXILIO** 981  
Miguel Rivera González, Juan Estrada Avalos , Jesús Arcadio Muñoz Villalobos, Gerardo Delgado Ramírez e Hilario Macías Rodríguez
- BREVE RESEÑA DE LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA EN MÉXICO** 987  
Juan Estrada Avalos, José Villanueva Díaz, Miguel Rivera González
- DETERMINACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO ÓPTIMO PARA LA GERMINACIÓN *in vitro* DE *Picea Chihuahuana* Martínez** 998  
Alma Veronica Neri Soto, Chávez-Simental J.A, Corral-Rivas J.J, Montiel-Antuna E, Rubio-Graciano R. Barriada-Bernal L.G.
- DETERMINACIÓN DE LA FUERZA NECESARIA PARA EL ROMPIMIENTO DEL BULBO DE AJO** 1003  
Raúl Vidal García Hernández , Carlos Rojas Santillán, Ernesto Martínez Reyes
-

- 
- EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y TOLERANCIA DE GENOTIPOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) A ENFERMEDADES CAUSANTES DEL SÍNDROME DE LA PUNTA MORADA.** 1007  
Víctor M. Parga Torres, Víctor M. Zamora Villa, Juan M. Covarrubias Ramírez, Isidro H. Almeyda León, Humberto A. López Delgado, Román Flores López.
- AISLAMIENTO DE PATÓGENOS DE LA RAÍZ DE CHILE A PARTIR DE SUELO Y TEJIDO VEGETAL** 1014  
Rodolfo Velásquez Valle
- EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Erwinia amylovora* CAUSANTE DEL TIZÓN DE FUEGO EN EL MANZANO (*Malus Sylvestris*)** 1018  
Erika Cecilia Gamero Posada, Enrique Merlín Bermudes, Homero Sarmiento López y Laura Belén Tapia de la Barrera
- EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL HERBICIDA GLIFOSATO 410SL EN EL CONTROL DE MALEZAS EN ALGODONERO TOLERANTE A GLIFOSATO EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA 2014** 1024  
José Luis Aldaba Meza, María de la Luz Durón Terrazas
- COMPORTAMIENTO DEL HERBICIDA GLIFOSATO EN SU FORMA Sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) EN VARIEDADES DE ALGODONERO TOLERANTES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA 2014** 1032  
Jose Luis Aldaba Meza, Durón T., M.L.
- AISLAMIENTO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS DEL GUSANO BARRENADOR DEL RUEZNO *CYDIA CARYANA* DEL NOGAL PECANERO** 1038  
Diana Rosales Macías , José Alfredo Samaniego Gaxiola ; Zaida Crispín del Rio ; Rosalía Servín-Villegas
- IMPORTANCIA DE MICRO-HONGOS EN LA LAGUNA** 1044  
José Alfredo Samaniego Gaxiola
- MEDIOS DE CULTIVO Y TEMPERATURAS PARA HACER CRECER Y PRODUCIR ESPORAS DE *Metarhizium* sp** 1050  
Selenne Yuridia Márquez Guerrero, Zaida Crispín del Rio ; José Alfredo Samaniego Gaxiola
- CALIDAD DE PLANTA DE *Pinus engelmannii* EN SIMBIOSIS CON *Glomus intraradices* y *Glomus fasciculatum* PRODUCIDA EN VIVERO** 1055  
Laura Elena Martínez Nevárez, Homero Sarmiento López, José Ángel Prieto Ruíz
- POBLACIONES Y DAÑOS DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ EN HUERTAS DE NOGAL CON DIFERENTE MANEJO DE PLAGAS** 1060  
Urbano Nava-Camberos, Verónica Ávila-Rodríguez
-



- 
- NIVELES DE INFESTACIÓN DEL SALIVAZO, *Clastoptera achatina* GERMAR (HEMIPTERA: CLASTOPTERIDAE), EN HUERTAS DE NOGAL DE LA COMARCA LAGUNERA** 1066  
Verónica Ávila-Rodríguez, Urbano Nava-Camberos y Emigdio Morales-Olais
- ENEMIGOS NATURALES DE GUSANO COGOLLERRO SPODOPTERA FRUGIPERDA (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN DURANGO, MÉXICO** 1072  
María Berenice González Maldonado, J. Natividad Gurrola-Reyes y Jesús Lumar Reyes-Muñoz
- TRAMPEO DE ADULTOS DE *Circulifer spp.* EN ZACATECAS** 1078  
Rodolfo Velásquez Valle, Luis Roberto Reveles-Torres, José Armando Mauricio-Castillo
- IDENTIFICACIÓN DE HONGOS EN SEMILLAS DE FRIJOL** 1083  
Mariandrea Cabral Enciso, Raúl Rodríguez-Guerra, Nadiezhda R.-Cabral, Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez
- CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA LA APARICIÓN DE LA CENICILLA (*Leveillula taurica*) EN EL CHILE (*Capsicum annuum L.*)** 1089  
Nadiezhda R.-Cabral, Guillermo Medina-García, Mariandrea Cabral-Enciso
- DETECCIÓN DE *Candidatus Liberibacter solanacearum*, EN EL CULTIVO DE TOMATE, ASÍ COMO EN SU VECTOR *Bactericera cockerelli*, EN TORREON, COAHUILA.** 1094  
Eliel Rocha Galván, Verónica Ávila-Rodríguez, Florencio Jiménez-Díaz Omar Guadalupe Alvarado-Gomez, Urbano Nava-Camberos, Rafael Pérez-Muñoz, Jorge Sáenz-Mata
- EVALUACIÓN DE 3 MÉTODOS DE TRAMPEO PARA LA CAPTURA DE COLEOPTEROS EN EL AGROECOSISTEMA DE ALGODÓN TRANSGENICO (*Gossypium hirsutum*) EN COAHUILA** 1100  
Jesús Lumar Reyes-Muñoz, María Berenice González-Maldonado., Cándido Márquez-Hernández. y Miguel Mauricio Correa-Ramírez
- DISTRIBUCIÓN DE COPTODISCA S.P. EN ÁRBOLES DEL NOGAL PECANERO EN ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO.** 1105  
Judith Abigail Sánchez Ledesma, Zaida Crispín del Rio; José Alfredo Samaniego Gaxiola Hector Zermeño Gonzalez
- EVALUACIÓN DE CEPAS DE *Azospirillum sp.* Y AG3 EN LA CAPACIDAD DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense L.*)** 1109  
María Alejandra Torres Tapia, Rosalinda Mendoza Villarreal, Francisca Ramírez Godina, Leticia Escobedo Bocado, Martha Alicia Jaramillo Sánchez
-

- 
- OBSERVACIONES SOBRE EL DAÑO DEL SALIVAZO DEL NOGAL** 1116  
***Clastoptera achatina* (HEMIPTERA:CERCOPIDAE) EN UNA HUERTA NOGALERA DE LA COMARCA LAGUNERA**  
José Manuel Vázquez Navarro, Bertha Alicia Cisneros Flores
- IMÁGENES SATELITALES EN LA VALORACIÓN DEL ESTRÉS HÍDRICO** 1121  
**Y NUTRIMENTAL DEL MANZANO**  
Jesús Pilar Amado Álvarez, Lara Wiebe Quintana, Luís Carlos Alatorre Cejudo, Anabel López Paniagua, Alejandro Castañón Rivera, Jessica Cera Campos, Ángel Adrián Sáenz López
- VINCULO ESPECTRAL ENTRE EL NDVI Y LA CONGREGACIÓN DE** 1128  
**NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN HOJAS DE MANZANO**  
Jesús Pilar Amado Álvarez, Sonia Miramontes Beltrán, Luís Carlos Alatorre Cejudo, Anabel López Paniagua, Ángel Adrián Sáenz López, Juan Diego Maldonado Marín, Jessica Cera Campos
- IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA EL** 1135  
**ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE ORÉGANO (*Lippia graveolens* H.B.K.) EN NUEVO LEÓN**  
Oscar Ulises Martínez-Burciaga, David Castillo-Quiroz
- IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA EL** 1140  
**ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *Agave salmiana* Otto ex *Salm-Dick* EN NUEVO LEÓN**  
David Castillo Quiroz, David Castillo Quiroz, Oscar Ulises Martinez Burciaga
- EPP 1.0: PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA LA EVALUACIÓN,** 1145  
**DIAGNOSTICO Y MEJORAMIENTO DE POZOS PROFUNDOS**  
Abel Román López, Ernesto Alonso Catalán Valencia, María Magdalena Villa Castorena, Marco Antonio Inzunza Ibarra, Manuel Eduardo Pérez Marroquín
- ORDENAMIENTO GEOESPACIAL PARA EL APROVECHAMIENTO** 1154  
**HIDROLÓGICO EN COLONIA CUSIHUIRIACHI, CHIHUAHUA. UNA APROXIMACIÓN CON TÉCNICAS MULTI-CRITERIO, E INVESTIGACIÓN SOCIAL.**  
Emmanuel González Aragón, Luis Carlos Bravo-Peña, Jesús Pilar Amado-Alvarez, Luis Carlos Alatorre-Cejudo, Lara Cecilia Wiebe-Quintana
- INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA PRIORIZACIÓN DE** 1160  
**ZONAS SUJETAS A INUNDACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO TIGRE, GUANAJUATO**  
Leticia Zamora Téllez, Juan Alfredo Hernández Guerrero, Artemio Hernández López
- LOCALIZACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE** 1165  
**SALVIA ORGÁNICA EN BAJA CALIFORNIA SUR**  
Hector Cirilo Fraga Palomino, Manuel Ayala Cruz, Arturo Cruz Falcón, Francisco Higinio Ruiz Espinosa
-

---

---

**CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE LA SIERRA DE GAMÓN, DURANGO, MÉXICO 1170**

Sonia Paulina Barraza Morán, Luis Manuel Valenzuela Núñez, Ulises Romero Mendez, Amir Briceño Contreras, Daniel Alejandro Espino Castillo, Roberto Sifuentes Rocha

**USO DE IMÁGENES LANDSAT (2013) PARA EVALUAR DEL ÁREA DE INUNDACIÓN DE LA LAGUNA DE BUSTILLOS, CHIHUAHUA. 1176**

Heber Javier García Cortes, Luis Carlos Alatorre Cejudo, Lara Wiebe Quintana, Jesús Amado Alvarez, Edgar Ivan Figueroa Martínez y Juan José Alarcón Cabanero

**BALANCE ENTRE EL GASTO DE AGUA PARA USO DOMESTICO Y PRODUCCION DE MANZANA EN CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA MEDIANTE FOTOINTERPRETACIÓN 1183**

Juan Carlos Enríquez Venzor, Luis Carlos Alatorre Cejudo, Lara Wiebe Quintana, Jesús Amado Alvarez, Cesar Arturo Gutierrez Ramos y Juan José Alarcón Cabanero

**RECONSTRUCCIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS Y CALIBRACIÓN DE LA RELACIÓN LLUVIA-ESCURRIMIENTO CON EL MODELO GR2M EN LA CUENCA ALTA DEL NAZAS 1189**

Daniel Carmona Hernández, Juan Estrada Avalos, Miguel Rivera González

**CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA RESERVA ECOLÓGICA MUNICIPAL SIERRA Y CAÑÓN DE JIMULCO MEDIANTE EL USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA 1196**

Carlos Miguel Ramos Cruz, Juan Estrada Avalos, Miguel Rivera González

**OPERACIÓN DEL GPS DIFERENCIAL Y APLICACIONES EN EL SECTOR AGRÍCOLA 1203**

Carlos Miguel Ramos Cruz, Miguel Rivera González, Juan Estrada Avalos

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LÍNEA MORADA EN CD, CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA, UTILIZANDO LOS SIG 1210**

Nydia Edith Moreno Robles, Hugo Luis Rojas Villalobos, Luis Carlos Alatorre Cejudo y Jesús Amado Alvarez

**SISTEMA DE MONITOREO DE LOS PASTIZALES DEL ESTADO DE DURANGO MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES SATELITALES 1216**

Amaury Esquivel-Romo, Ulises Noel Gutiérrez-Guzmán, Edmundo Castellanos-Pérez Judith Puentes-Gutiérrez

---

SECCIÓN  
DE  
CONFERENCIAS

---

## **EI USO DE GRANOS DE DESTILERÍA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO**

**Sergio A. Soto Navarro<sup>1</sup> y María Fernanda Martínez Pérez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Animal and Range Sciences, New Mexico State University

<sup>2</sup>College of Veterinary Medicine, Kansas State University

### **INTRODUCCIÓN**

En la última década, la producción de etanol se ha incrementado debido a la demanda como combustible automotriz (Renewable Fuels Association, 2012). El etanol se puede producir de almidón o celulosa presente en los alimentos cultivados. Algunos de los cultivos utilizados para la producción de etanol incluye maíz, sorgo, pasto varilla (*Panicum virgatum*) y madera. Sin embargo, el principal cultivo utilizado para la producción de etanol en Estados Unidos de América es el maíz por su alta disponibilidad. Existen tres métodos principales para la producción de etanol: molienda húmeda, molienda seca y producción enzimática de biomasa celulósica.

Los objetivos del presente manuscrito son: a) describir a grandes rasgos los principales procesos utilizados para la producción de etanol, b) describir las principales características nutricionales de los subproductos de la producción de etanol, c) revisar el uso de los granos de destilería en la alimentación del ganado, y d) explicar la posible toxicidad por azufre al utilizar granos de destilería en la alimentación del ganado.

### **Métodos Utilizados para la Producción de Etanol**

Molienda húmeda es el proceso en el cual el grano es empapado en ácido sulfúrico diluido con agua por 24 a 48 horas, con lo que se humedece el grano y permite a los solubles entrar en suspensión. El propósito de este proceso es remover el almidón del núcleo, al separar fibra y proteína desarticulando la matriz del endospermo. Una vez que termina el periodo de humedecimiento, la suspensión de maíz es separada en fracciones de germen y proteína por medio de tamaño de partícula y densidad. Como los componentes remanentes tienen mayor densidad, el germen es removido por medio de hidro-ciclones, lavado, prensado y deshidratado para ser vendido a fábricas que extraen aceites. Después, la fibra es lavada y combinada con el agua de remojo para formar alimento de gluten de maíz (corn gluten feed, **CGF**). La suspensión remanente es inicialmente centrifugada para separar la fracción proteica, gluten de maíz y formar una suspensión de almidón y flujo de gluten. El gluten es deshidratado por medio de filtrado a vacío para obtener harina de gluten de maíz (corn gluten meal; **CGM**). Después de que la suspensión de almidón es producida por el proceso de remoción de proteína, se

concentra y purifica con el uso de hidro-ciclones. El almidón recuperado de esta solución se cuece en cocedores de alta temperatura y se coloca en los fermentadores. Para ayudar a la fermentación del almidón se le agrega al almidón levadura, amoniaco, urea y agua para remojo. Después de 40 a 50 horas de fermentación, la suspensión producida es separada a través de columnas de separación para obtener etanol, agua y solubles de destilería. El etanol obtenido es concentrado y deshidratado usando destilación y tamices moleculares. Al producto final se le agrega gasolina para su venta como combustible.

En contraste con la molienda húmeda, la molienda seca consiste en la separación física del germen y el pericarpio del endospermo del grano. Primeramente el grano es molido para permitir que el agua penetre el endospermo y así incrementar la actividad enzimática durante el proceso de fermentación. Una vez molido, el grano es combinado con  $\alpha$ -amilasa y agua, y cocido para formar una mezcla. La mezcla es transferida a cámaras de fermentación donde se le agrega levadura y glucoamilasa para iniciar la fermentación. También amoniaco es agregado para controlar el pH. Como se mencionó en el proceso de molienda húmeda, se permite que la fermentación trascorra de 40 a 50 horas, enfriando y agitando la mezcla para facilitar la actividad fermentativa de la levadura. Después de la fermentación, el etanol es separado del agua y los solubles a través de destilación. Los tamices moleculares físicamente separan el agua del etanol con base en el tamaño molecular produciendo etanol anhidrido. De nuevo se agrega gasolina para vender el etanol. La solución remanente del proceso de destilación es centrifugada para producir una solución diluida (contiene de 5 a 10% de sólidos) y granos de destilería húmedos (wet distillers grains; **WDG**). Aproximadamente 30% de la solución diluida es reutilizada en los tanques de cocción para reducir la cantidad de agua fresca utilizada. El resto es enviado a un evaporador donde es concentrada para producir solubles de destilería condensados (de 25 a 50% sólidos). Estos son mezclados con los granos de destilería húmedos y secados para formar lo granos de destilería secos con solubles condensados (dry distillers grains with condensed solids; **DDGS**).

El último proceso de producción de etanol es la fermentación de biomasa celulósica enzimática. La biomasa utilizada generalmente es madera o zacates los cuales tienen un alto contenido de celulosa. En este proceso, la biomasa primero se muele o se pica para reducir el tamaño de partícula. Después se mezcla con ácido sulfúrico diluido para desdoblar hemicelulosa a azúcares simples, proceso llamado hidrólisis. Las celulasas producidas o compradas son agregadas a la mezcla para desdoblar celulosa a azúcares simples (hidrólisis de celulosa). Bacterias fermentadoras como *Zymomonas mobilis*, son posteriormente agregadas para convertir glucosa y pentosa en etanol. El etanol producido es destilado y

deshidratado para obtener etanol anhidro. Sin embargo, mientras que la celulosa y hemicelulosa son utilizadas para producir etanol, la lignina (la parte más indigestible de la pared celular de la planta) y el glicerol quedan como subproductos. La lignina se puede quemar para producir electricidad, ya que genera más energía que quemar combustibles fósiles. En contraste, el glicerol puede ser utilizado como endulzante, humectante y preservador de alimentos. Por tanto, los subproductos tienen un uso práctico y no ocupan un lugar en el relleno sanitario.

### **Perfil de Nutrientes de los Subproductos**

A diferencia de lignina que solo se puede utilizar para generar electricidad, los DDGS, WDGS, CGF, y CGM tienen perfiles alimenticios altamente aceptables y pueden ser utilizados como ingredientes para alimentos, tanto de animales como de humanos. Sin embargo, estos subproductos presentan variación considerable en la composición nutricional dependiendo en el proceso de extracción, variación entre planta y planta, lote y lote, entre otros factores. Por lo tanto, la composición nutricional es reportada en rangos de valores. Los DDGS tienen un rango de NDT de 85 a 90%, PC 25 a 32%, grasa 8 a 12%, FDN 42 a 44%, fósforo 0.40 a 0.80%, calcio 0.10 a 0.20%, potasio 0.87 a 1.33% y azufre de 0.37 a 1.12% en base a materia seca (Lardy, 2007). En contraste, WDGS tienen un rango ligeramente más alto de NDT, CP, grasa y azufre (70 a 110%, 30 a 35%, 10 a 18%, y 0.40 a 1.20%, en base a materia seca, respectivamente; Lardy, 2007). Sin embargo los valores de potasio y fósforo son similares a los de DDGS, y el rango de calcio es significativamente más bajo (0.02 a 0.03% en base a materia seca; Schingoethe, 2008). El CGF tiene un rango aproximadamente de NDT 75 a 80%, PC 20 a 24%, grasa 3.5 a 4%, FDN 35 a 37%, fósforo 1.0 a 1.2%, calcio 0.08 a 0.1%, potasio de 1.2 a 1.8% y de azufre 0.35% a 0.45% en base a materia seca (Schingoethe, 2008). Sin embargo, el CGM, que se extrae en el mismo paso del proceso que el CGF, tiene una concentración mayor de PC y NDT que CGF (60 y 83%, respectivamente, en base a materia seca; Lalman y Richards, 2009). Sin embargo el contenido de FDN, grasa, fósforo, calcio, y potasio son más bajos que los de CGF (14, 2.5, 0.66, 0.05, y 0.35% en base a materia seca; Lalman y Richards, 2009).

### **Uso de Subproductos de la Producción de Etanol en la Alimentación del Ganado**

La expansión rápida de la industria del etanol ha resultado en el incremento en la oferta de subproductos, principalmente DDGS, los cuales son utilizados eficientemente por los rumiantes (Klopfenstein *et al.*, 2008). En dietas de ganado en engorda, se ha observado que la inclusión

de DDGS incrementa la ganancia diaria y la eficiencia alimenticia, presentando el mejor comportamiento animal cuando los DDGS se incluyen al 20% de la dieta (Buckner *et al.*, 2007). Similarmente, Vasconcelos *et al.* (2007) reportaron que en novillos en engorda que recibieron WDGS o DDGS en dietas a base de maíz hojueado a vapor, la ganancia diaria de peso fue mejor para los que recibieron DDGS, seguidos de los que recibieron WDGS. Sin embargo, el ganado que recibe dietas con WDG ganan peso mas eficientemente que el ganado que recibe dietas con DDGS (Ham *et al.*, 1994). En dietas para crecimiento, los DDGS incrementaron la ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia, consumo diario de materia seca y peso corporal final comparado con dietas a base de maíz rolado (Buckner *et al.*, 2007; Larson *et al.*, 1993).

Resultados controversiales se han obtenido al alimentar granos de destilería a ganado lechero. En vacas Jersey alimentadas con DDGS, la producción de leche aumentó mientras que la proteína en leche disminuyó (Palmquist y Conrad, 1982). Sin embargo, la producción de leche disminuyó en vacas Holstein alimentadas con dietas que contenían DDGS (Palmquist y Conrad, 1982). En contraste, el rendimiento en producción de leche de vacas Holstein alimentadas con DDGS o con WDGS fue mayor comparado con las vacas testigo alimentadas con dietas basadas en maíz, aunque no existió diferencia entre las dos fuentes de granos de destilería (Anderson *et al.*, 2006). Además, en el mismo experimento, el porcentaje de grasa en leche fue más alto para WDG que para DDGS y más bajo para la dieta control a base de maíz.

Asimismo, los granos de destilería se pueden utilizar como suplemento energético o proteico de ganado en pastoreo. Los DDGS han incrementado la ganancia de peso diario y el peso final en ganado alimentado tanto con forraje de alta calidad (heno de alfalfa, 65% de NDT) como con forraje de baja calidad (heno de zacate bromo, 53% de NDT; Morris *et al.*, 2006). Se han observado incrementos en ganancia de peso diario y peso final de ganado suplementado con diferentes niveles de DDGS (0, 0.26, 0.57, 0.77 y 1.00% del peso corporal) al pastorear el agostadero de lomas arenosas de Nebraska durante la temporada de crecimiento de forraje (Morris *et al.*, 2006). En el noreste de Nuevo México se evaluó la suplementación de varios niveles de suplementación de DDGS (0, 0.2, 0.4, y 0.6% del peso corporal) a novillos pastoreando agostadero durante la época de crecimiento de forraje y se encontró que la ganancia diaria de peso incrementó linealmente, el consumo de forraje disminuyó y el consumo total de materia seca y materia orgánica no se afectó al incrementar el nivel de suplementación (Martinez-Perez y Soto-Navarro, 2013). En el mismo experimento se observó que el consumo de PC y grasa, así como la digestibilidad de materia orgánica, FDN y extracto etéreo se incrementaron linealmente al incrementar el nivel de suplementación. En ganado pastoreando forraje de baja calidad y suplementado con DDGS de 0 a 0.75% del peso corporal, se



incrementó la ganancia de peso diaria 0.06 kg por cada incremento de 0.10% del peso corporal en la cantidad de DDGS suplementada (MacDonald *et al.*, 2006). También, los DDGS se pueden utilizar como suplemento de becerros. En becerros del año de edad, la suplementación con DDGS incrementó la ganancia de peso diaria comparada con la suplementación con maíz del grupo testigo (Fuston *et al.*, 2007). La suplementación de DDGS (0, 0.2, 0.4, y 0.6% del peso corporal) a ganado pastoreando praderas irrigadas de trigo demostró no afectar negativamente el consumo de forraje, digestibilidad o la fermentación ruminal. Por lo tanto se esperan mejoramientos en el comportamiento productivo de ganado pastoreando praderas de trigo al ser suplementados con DDGS (Islas y Soto-Navarro, 2011).

### **Contenido de Azufre en los Subproductos de la Producción de Etanol**

El azufre es un mineral que se necesita en la dieta como componente de los aminoácidos que contienen azufre como son cisteína y metionina, así también en las vitaminas del complejo B como son biotina y tiamina. Los sulfatos, compuestos formados con la oxigenación del elemento azufre, son componentes primordiales de mucopolisacáridos, los cuales lubrican los tejidos del cuerpo y también reaccionan con las toxinas para inactivar otras toxinas del cuerpo. Los microorganismos ruminales que son conocidos como bacterias reductoras de azufre, requieren de azufre para mantener el metabolismo celular normal, y a cambio sintetizan compuestos orgánicos que contienen azufre (ejemplo, aminoácidos) requeridos por los tejidos de los mamíferos (NRC, 2000). Por tanto, el azufre se suplementa en formas inorgánicas (sulfato de potasio y sulfato de amonio) o puede estar presente en algunos ingredientes como componente de proteína. Algunos subproductos de la producción de etanol, como WDGS y DDGS, son fuentes excelentes de azufre. Durante la producción de etanol, el ácido sulfúrico es utilizado para remover la deposición de grasa del equipo de producción. Por esto, cuando el siguiente lote de maíz es procesado, el ácido sulfúrico se mezcla con el grano. Al remover el etanol y el subproducto es secado, se concentra el azufre en el subproducto. Además, en el proceso de molienda húmeda se agrega ácido sulfúrico diluido, con lo que también se incrementa la concentración de azufre en el subproducto. Sin embargo, niveles altos de azufre pueden afectar negativamente la fisiología de los rumiantes y crear toxicidad por azufre. En rumiantes, el azufre inorgánico es oxidado a sulfatos, y puede ser reducido a gas sulfuro en el rumen (sulfuro de hidrogeno) por medio de las bacterias reductoras de azufre. Este gas puede ser inhalado por los rumiantes después de ser eructado, causando dificultad al respirar que se puede convertir en edema hemorrágico pulmonar y conducir a la muerte (Green *et al.*, 1991). De acuerdo a Bray (1969), el gas sulfuro producido en el rumen se puede difundir de la pared

ruminal al torrente sanguíneo. El sulfuro puede unirse a hemoglobina y reducir la capacidad de acarrear oxígeno de la sangre. Se ha reportado que el sulfuro inhibe la anhidrasa carbónica, las peroxidases y deshidrogenasas, las cuales son enzimas importantes en el metabolismo oxidativo y la producción de ATP (Short y Edwards, 1989). Además, niveles altos de sulfuro pueden causar polioencefalomalacia, que es la necrosis de la región cerebrosital del cerebro (corteza cerebral; Limin *et al.*, 1998). Los síntomas de la toxicidad por azufre pueden incluir temblores, pataleo en el estómago y gemidos (Limin *et al.*, 1998). Por lo tanto, alimentar dietas que contienen ingredientes altos en azufre puede tener impactos negativos en la fisiología animal si las dietas no son balanceadas tomando en cuenta los requerimientos de azufre.

### BIBLIOGRAFIA

- Anderson, J. L., D. J. Schingoethe, K. F. Kalscheur, and A. R. Hippen. 2006. Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:3133-3142.
- Bray, A. C. 1969. Sulphur metabolism in sheep. II. The absorption of inorganic sulphate across the rumen wall of sheep. *Aust. J. Agr. Res.* 20:749-756.
- Buckner, C. D., K. J. Vander Pol, T. J. Klopfenstein, K. K. Karges, G. E. Erickson, and M. L. Gibson. 2007. Comparing a modified dry by-product to dry distillers grains with soluble in growing calf diets. *Nebraska Beef Cattle Reports G425:* 15-16.
- Funston, R. N., R. K. Wilson, D. C. Adams, R. Davis, M. Stockton, and J. R. Teichert. 2007. *Nebraska Beef Cattle Report MP90:* 22-24.
- Green, F. H. Y., S. Schurch, G. T. De Sanctis, J. A. Wallace, S. Cheng, and M. Prior. 1991. Effects of hydrogen sulfide exposure on surface properties of lung surfactant. *American Physiological Society.* 1943-1949.
- Ham, G. A., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, E. M. Larson, D. H. Shain, and R. P. Huffman. 1994. Wet corn distillers byproducts compared with dried corn distillers grains with soluble as a source of protein and energy for ruminants. *J. Anim. Sci.* 72:3246-3257.
- Islas, A., and S. A. Soto-Navarro. 2011. Effect of supplementation of dried distillers grains with solubles on forage intake and characteristics of digestion of beef heifers grazing small-grain pasture. *J. Anim. Sci.* 89:1229-1237.
- Klopfenstein, T. J., G. E. Erickson, and V. R. Bremer. 2008. Board-invited review: Use of distillers byproducts in the beef cattle feeding industry. *J. Anim. Sci.* 86:1223-1231.
- Lalman, D. and C. Richards. 2009. Nutrient composition table. Oklahoma State University Feed Commodity Bulletin. Available: <http://www.ansi.okstate.edu/exten/feedbull/nutrient.htm> Accessed August 9, 2012.
- Lardy, G., D. Adams, T. J. Klopfenstein, D. Clark, and J. Lamb. 1997. Seasonal changes in protein degradabilities of Sandhills native range and subirrigated meadow diets and application of a metabolizable protein system. *Nebraska Beef Cattle Report, MP67-A.* Univ. Nebraska, Lincoln, NE.
- Larson, E. M., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, M. H. Sindt, and R. P. Huffman. 1993. Feeding value of wet distillers byproducts for finishing ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:2228-2236.
- Limin, K. Jr., J. P. Bracht, A. O. Hession, and J. Y. Tavares. High sulfate induced polioencephalomalacia (PEM) in cattle- burping can be dangerous if you are a ruminant. In: *Proc. Chr. Hansen's Techn. Symp., Pacific Northwest Nutr. Conf., Vancouver, BC, Canada.* Oct 13-15, 1998.
- MacDonald, J. C., G. E. Erickson, and T. J. Klopfenstein. 2006. Effect of fat and undegradable intake protein in dried distillers grains on performance of cattle grazing smooth bromegrass pastures. *Nebraska Beef Cattle Report MP 88-A:* 27-29.
- Morris, S. E., J. C. MacDonald, D. C. Adams, T. J. Klopfenstein, R. L. Davis, and J. R. Teichert. 2006. Effects of supplementing dried distillers grains to steers grazing summer Sandhill range. *Nebraska Beef Cattle Report MP 88-A:* 30-32.

- Martínez-Pérez, M. F. and S. A. Soto-Navarro. Effect of corn dry distiller grains plus solubles supplementation level on performance and characteristics of digestion of steers grazing native range during forage growing season. *J. Anim. Sci.* 91:1350-1361.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements for Beef Cattle*. 7<sup>th</sup> Rev. Ed. Nat. Acad. Press, Washington, DC.
- Palmquist, D. L. and H. R. Conrad. 1982. Utilization of dried distillers grains plus soluble by dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 65:1729-1733.
- Renewable Fuels Association. 2012. Homegrown for the homeland: Ethanol industry outlook. Av: <http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/> Accessed August 12, 2012.
- Schingoethe, D. F. 2008. Chapter 3: Use of distillers coproducts in diets fed to dairy cattle. Using distillers grains in the U.S. and international livestock and poultry industries. Ed. B. A. Babcock, D. J. Hayes, and J. D. Lawrence. Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center: Ames, IA.
- Short, S. B., and W. C. Edwards. 1989. Sulfur (hydrogen sulfide) toxicosis in cattle. *Vet. Human. Toxicol.* 31:451-453.
- Vasconcelos, J.T., Shaw, L.M., Lemon, K.A., Cole, N.A., Galyean, M.L. 2007. Effects of graded levels of sorghum wet distiller's grains and degraded intake protein on performance and carcass characteristics of feedlot cattle fed steam-flaked corn based diets. *The Professional Animal Scientist.* 23(2007):467-475.

---

---

## PROGRAMA DE MANEJO DE MICOTOXINAS

**Jorge E. Cruz Velázquez, Ph.D.**

Gerente Técnico de Rumiantes. Alltech de México. Guadalajara, Jal.

### INTRODUCCIÓN

El Programa de Manejo de Micotoxinas de Alltech es una revolución en el manejo de las micotoxinas. Este Programa de control de múltiples micotoxinas está diseñado para reducir el riesgo y mejorar la seguridad, a la vez que garantiza que las micotoxinas no perjudiquen el desempeño de los animales ni la rentabilidad y tampoco signifiquen una amenaza para la cadena alimentaria.

El Programa de Manejo de Micotoxinas se desarrolló para crear una red de consultores e investigadores en micotoxinas alrededor del mundo y desarrollar tecnologías que logren controlar la amenaza de las múltiples micotoxinas, utilizando el siguiente sistema:

-MIKO – Programa de Análisis de Riesgo de Micotoxinas – Diseñado para ayudar a mejorar los sistemas de producción y la rentabilidad a nivel de la planta de alimento y del establo.

-Programa 37+ – Analiza la presencia de contaminación por múltiples micotoxinas en una determinada muestra de alimento, permitiendo una mejor comprensión del riesgo que significa para el animal.

-Evaluación de Riesgo y Cantidades Tóxicas Equivalentes – Brindar un panorama más exacto de la contaminación por micotoxinas de un determinado alimento forrajero y estimar el impacto potencial total de las micotoxinas en la muestra. Evaluaciones recientes han demostrado que una muestra de alimento va a estar contaminada en promedio por ocho micotoxinas diferentes, lo cual es importante debido a que si bien existen niveles establecidos que representan un alto riesgo para cada micotoxina, éstas pueden actuar de manera aditiva o sinérgica, por lo cual es necesario calcular un nivel de riesgo total, representada por el riesgo proporcional de cada micotoxina.

-Acciones Correctivas: Dado que es frecuente encontrar múltiples micotoxinas en alimentos forrajeros contaminados naturalmente, es importante pensar en una solución de amplio espectro.

### PRESENCIA DE MICOTOXINAS EN PLANTAS Y ANIMALES

Las especies de hongos y los tipos de toxinas varían según la región y el cultivo; sin embargo, todos los materiales vegetales están sujetos al crecimiento de hongos: la siembra en espera de ser cosechada, los granos y oleaginosas almacenados, el ensilaje y el heno de alfalfa. Algunas

señales de la presencia de micotoxinas en los alimentos lo representan la presencia de pudrición, calentamiento, estrés climático o presencia de plagas en las plantas durante el crecimiento. Las micotoxinas comprometen todos los aspectos de la productividad del rebaño y la clave estriba en el manejo de riesgos. La micotoxicosis es un desorden causado por la exposición a los efectos tóxicos de las micotoxinas producidas por los hongos. Las micotoxinas pueden presentarse en forma aguda, pero generalmente se presentan como problemas crónicos. Algunos signos en las vacas incluyen variación en el consumo de alimento y por ende en la producción de leche, problemas reproductivos, incremento en la incidencia de enfermedades, inconsistencia en el estiércol y en general, mal desempeño de los animales.

### **PROBLEMAS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA**

En referencia a la salud pública, la micotoxina que más se ha relacionado con este problema es la Aflatoxina, la cual se considera tiene una participación de 4.6 a 28 % de los casos de cáncer de hígado. Una pequeña proporción de la Aflatoxina B1 traspasa a la leche en forma de Aflatoxina M1 cuando la vaca ingiere una ración contaminada (1.7 %, y 0.5 ppb en la leche, por lo tanto el límite en la ración = 30 ppb). Sin embargo, existe una normatividad que vigila los niveles de esta micotoxina en la leche y que las principales empresas de la industria de la leche en México, están monitoreando permanentemente.

En resumen, el Programa de Manejo de Micotoxinas de Alltech incluye: La evaluación del riesgo causado por la contaminación por micotoxinas en una ración para los animales, detección de puntos críticos y manejo de la cosecha, almacén de alimentos y silos. Con la mejor evaluación de riesgo y acciones correctivas gracias al apoyo del Programa 37+ y de las auditorías MIKO, cuando corresponda, se dan recomendaciones diseñadas individualmente, de acuerdo con la especie y la severidad de la contaminación por micotoxinas.

## **LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO COMO ALTERNATIVA DE ALIMENTACIÓN EN GANADO CAPRINO**

**Jesús Granados García, J. Santos Serrato Corona, Edmundo Castellanos Pérez**

Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Ejido Venecia, Dgo. Tel (871) 711-88-75 y 76. [gran\\_chuy@hotmail.com](mailto:gran_chuy@hotmail.com)

### **INTRODUCCIÓN.**

La caprinocultura es la principal actividad ganadera que se practica en las comunidades rurales del municipio de Gómez Palacio y de la Región Lagunera, la cual se basa en una alimentación deficiente debido a la problemática derivada de la sequía que afecta su tradicional área de pastoreo, que aunado al incremento en los costos de los forrajes utilizados en su suplementación alimenticia, son algunas de las causas que no le permiten a los caprinocultores desplegar su potencial productivo y obtener mayores ingresos; debido a esto es necesario buscar alternativas que aseguren la permanencia de estas explotaciones en la región, entre las cuales se encuentra la capacitación y asesoría técnica en la apropiación de innovaciones tecnológicas como la producción de forrajes bajo condiciones de invernaderos a bajo costo y más amigable con el ambiente, que mejoren la productividad de este importante sistema de producción.

El presente programa de capacitación y extensión se desarrolló partiendo de las necesidades y problemática de los caprinocultores, tratando de transferir alternativas tecnológicas que les permitan continuar desarrollando su actividad. Esta alternativa tecnológica consiste en la producción de Forraje Verde Hidropónico (FVH) en invernaderos, haciendo un uso eficiente del agua en su proceso y generando germinados de alto valor nutritivo de maíz, sorgo, trigo y avena, que puedan utilizarse por los productores caprinos en dietas de suplementación alimenticia para las cabras en combinación con otros forrajes y esquilmos disponibles. La problemática que se identifica está asociada al deficiente manejo tecnológico de los hatos caprinos, particularmente en los aspectos de alimentación y nutrición, que inciden en otros como, la sanidad y la reproducción lo que afecta la productividad y sustentabilidad de las empresas caprinas.

### **OBJETIVO GENERAL**

Implementar un proceso de transferencia de tecnología y capacitación integral para la producción y utilización de FVH, a los caprinocultores con la finalidad de mejorar las capacidades individuales de cada productor e identificar sus áreas de oportunidad y

crecimiento, mediante técnicas que mejoren la productividad de sus hatos caprinos a través de la capacitación, asesoría técnica y acompañamiento.

### **ANTECEDENTES**

Este proceso da inicio a partir de la firma del convenio de colaboración entre la presidencia municipal de Gómez Palacio y la Facultad de Agricultura y Zootecnia del UJED, donde atendiendo la problemática de las sequías recurrentes que afectan la disponibilidad de forraje se plantea el proceso de transferencia de tecnología para la producción de FVH, para tal efecto la presidencia construye cuatro invernaderos y la Facultad de Agricultura y Zootecnia implementa la transferencia tecnológica con el apoyo de la SAGDER del estado de Durango, en los ejidos Jiménez, Huitrón y el 18 de Marzo.

### **METODOLOGÍA**

El proceso formativo con los productores caprinos se plantea como complementario a la experiencia propia. Se promueve el desarrollo de las capacidades, a la par de mejorar su formación personal y desarrollo humano al tomar conciencia sobre aspectos de sustentabilidad y respeto al medio ambiente.

DIAGNOSTICO: La Región Lagunera se localiza en la parte Centro-Norte del país, al suroeste de Coahuila y noreste de Durango. Se encuentra ubicada entre los meridianos 102° 22' y 104° 47' longitud Oeste, y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud Norte. Cuenta con 48,887.5 Km<sup>2</sup>. La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región la Laguna se integra por 15 municipios. El área de trabajo fue en el municipio de Gómez Palacio, en las comunidades de Huitrón, Jiménez, y el 18 de marzo. Así, por medio de visitas de campo entrevistas, encuestas y aplicando el método FODA se analizan las fortalezas y debilidades de los productores, para plantear opciones que aprovechen al máximo las oportunidades que ofrece el entorno regional y minimizar el efecto de las amenazas. La principal problemática encontrada fue la falta de alimentos por las sequías recurrentes, alto costo de alimentación (suplementos) que provocaron incrementos en la mortalidad del ganado, necesidad de ventas de ganado y una disminución generalizada de la productividad. La capacitación inicio con proveer información y desarrollar habilidades entre los productores caprinos sobre el funcionamiento y operación de invernaderos destinados a la producción de FVH. El impacto fue el fortalecimiento en la productividad y la sustentabilidad del sistema de producción caprino en la Comarca Lagunera. El proceso de formación, como se muestra en el Cuadro 1, plantea capacitación teórica en aula, practica de

campo, intercambio de experiencias de los caprinocultores y seguimiento puntual durante el proceso.

Cuadro 1. Programa de capacitación, acompañamiento y asistencia técnica, 2013.

Conceptos	Calendarizar por meses de las actividades a realizar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Capacitación en Aula	x	x	x									
Capacitación en campo				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Visitas de Campo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Intercambio de Experiencias						x				x		
Elaboración de Informe Final											x	x

*Proceso de producción del Forraje Verde Hidropónico (FVH): Primer día:* Una vez que la semilla está limpia de impurezas. Remojar las semillas en la solución con cloro al 1 % (10 ml de cloro por litro de agua) por 15 minutos, posteriormente sacarla y lavarla para retirar residuos de cloro. Lo anterior para desinfectar la semilla y prevenir la formación de hongos. Remojar las semillas por 11 horas en solución con cal (50 gramos de cal por litro de agua). Sacarla de la solución con cal y lavarla bien con agua por 15 minutos para eliminar algún residuo de cal. Sacarla y extenderla en una malla para que se oxigene por 11 o 12 horas. *Segundo día:* Poner la semilla en agua por una hora y luego depositarla en los botes perforados, y colocarlos en la cámara oscura por 24 horas, para una germinación uniforme (humedecer la semilla mañana y tarde). *Tercero al quinto día:* Sacarla semilla del bote, lavarla y hacer la siembra en las charolas (llenar las charolas al ras), pasar las charolas al cuarto oscuro para que continúe la germinación y elongación de las plantas por 72 horas. (Humedecer las charolas mañana y tarde). *Sexto al catorceavo día:* Sacar las charolas a los estantes del invernadero para iniciar el riego por 9 o 10 días. (Regar solo en el día por un minuto cada dos o tres horas, dependiendo de la temperatura y humedad relativa y monitorear humedad en el forraje para hacer los ajustes que correspondan). Que el siguiente riego se dé cuando ya no se observe agua en las hojas del forraje. *Catorceavo al quinceavo día:* Cosechar el FVH, retirando las charolas del invernadero. Se recomienda que el forraje no tenga agua. Es recomendable cortar el forraje en trozos antes de alimentar el ganado. Se recomienda que el ganado haya consumido alimento antes o que el forraje se mezcle con el resto de la dieta. *Proceso de lavado y desinfección de las charolas para la siembra.* Después de cosechar el forraje lavar las charolas con agua, posteriormente sumergir al menos 30 minutos cada charola en un contenedor con una mezcla de 10 mililitros de cloro por cada litro de agua para después enjuagarlas solo con agua y almacenarlas.



## RESULTADOS

Este proceso de transferencia de tecnología y capacitación fue benéfico para los caprinocultores participantes ya que los capacito para la producción de FVH que utilizaron en la suplementación alimenticia para su ganado, mitigando los efectos de la sequia, reduciendo el gasto de agua en el proceso productivo del forraje y finalmente mejorando la productividad de su empresa caprina. La producción de FVH de maíz y sorgo se recomienda hacer desde marzo a septiembre, mientras que para avena y trigo de octubre a febrero. En el Cuadro 2, se muestran los resultados del proceso de producción de maíz y trigo donde resalta la cantidad de agua que se requiere para la producción de 1 kilogramo de FVH, que para el maíz es de 3.57 y para trigo es 2.875 litros por kilogramo. Otro aspecto importante del FVH es la composición química que se presenta en el Cuadro 3, donde destacan su alto contenido de proteína cruda con un 20.98 % para maíz y un 22 % para trigo. Para el caso de la digestibilidad *in vitro* total del forraje para el maíz fue de 61.68, mientras que para el trigo fue de 70.03%.

Cuadro 2. Resultados del proceso de producción de FVH en maíz y trigo.

parámetro	maíz	trigo
kg semilla por charola ( 50 x 30 cm)	0.833 kg	0.423 kg
Densidad de semilla por m <sup>2</sup>	5.53 kg	2.82 kg
Rendimiento de FVH por kilo de semilla	8.40 kg	9.45 kg
Rendimiento de FVH/charola	7	4
Litros de agua por kg FVH	3.57	2.875
Litros agua por kg MS	17.85	14.375 s
Consume de agua por charola (litros)	25	11.5

Cuadro 3. Análisis químicos del FVH de maíz y trigo\*

parámetro	Maíz	Trigo
Proteína cruda (%)	20.98	22
Fibra Cruda (%)	17.63	17.87
Grasa Cruda (%)	3.29	2.32
Cenizas (%)	9.22	6.56
FAD (%)	22.04	22.35
FND (%)	44.74	42.95
Extracto Libre de Nitrógeno (%)	48.87	51.26
TND (%)	74.04	75.16
CNE (%)	21.77	26.18
Enl (Mcal kg <sup>-1</sup> )	1.69	1.72

Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)	61.68	70.03
------------------------------------	-------	-------

\*Laboratorio de control de calidad Lala, Nuplen. Laboratorio participante AFFCO

En una etapa posterior y una vez cosechado el FVH en los invernaderos de los caprinocultores, se trabajó en la elaboración de dietas para la suplementación del ganado, ya sea solo o mezclado con otros forrajes disponibles en la localidad. Actualmente se dispone de la información sobre las recomendaciones técnicas de producción de FVH y de la elaboración de dietas con germinados de maíz, trigo y sorgo. En base a esto se implementaron trabajos experimentales de suplementación usando FVH con cabras en diferentes estados fisiológicos primeramente usando el ganado caprino de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, para posteriormente y usando el forraje producido por los caprinocultores se implementaran las recomendaciones con sus cabras. En un primer trabajo como se presenta en el Cuadro 4, se prepararon raciones con 25 y 50 % de FVH en sustitución del ensilaje de maíz más alfalfa para la alimentación de cabras lactantes, los resultados obtenidos demuestran que con niveles de 25% de FVH en la composición de la dieta se puede incrementar la producción de leche como se muestra en la Figura 1. Para el caso de la calidad de la leche y al menos en estos trabajos preliminares no se encontró un efecto positivo en el contenido de grasa en la leche como se muestra en la Figura 2.

Cuadro 4. Ingredientes ofrecidos a cabras en producción alimentadas con diferentes cantidades de FVH.

Ración 1(control)	Ingredientes	%	Base Húmeda (kg)
	Heno de alfalfa	28	0.37
	Ensilado de maíz	72	3.32
Ración 2 (bajo FVH)			
	Heno de alfalfa	28	0.37
	Ensilado de maíz	47	2.16
	FVH	25	2.30
Ración 3 (alto FVH)			
	Heno de alfalfa	28	0.37
	Ensilado de maíz	22	1.01
	FVH	50	4.61

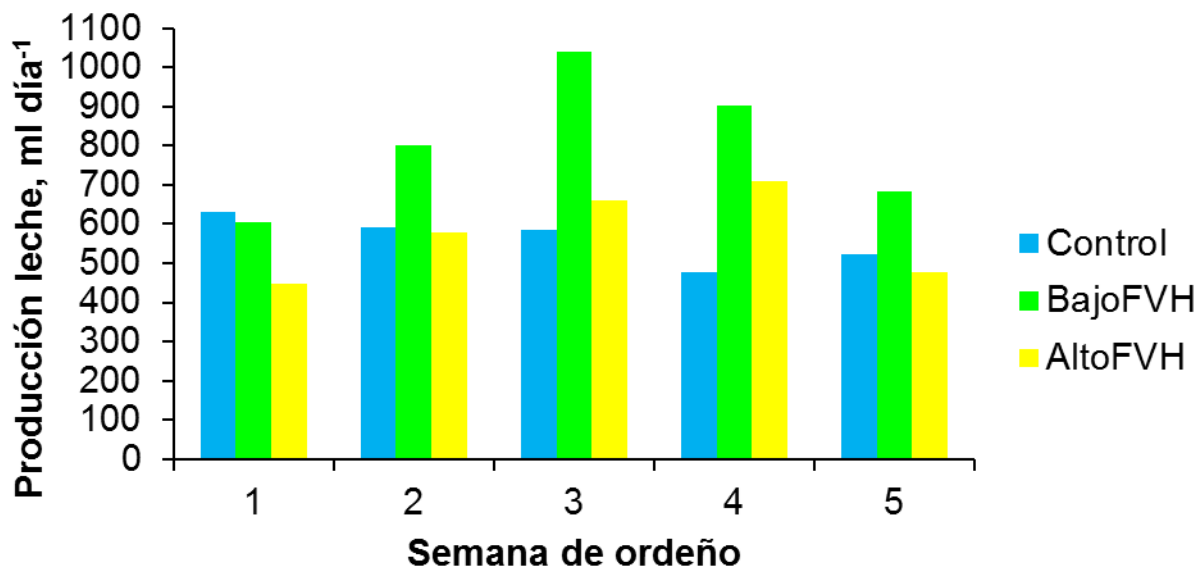


Figura 1. Resultados en producción de leche de cabras alimentadas con diferentes cantidades de FVH.

Se realizaron otros trabajos de alimentación con raciones incluyendo FVH como se muestra en el Cuadro 5 para la alimentación de cabras en crecimiento, donde se pudo observar que dietas con FVH pueden promover la ganancia de peso en cabras en crecimiento, como se muestra en la Figura 3.

Cuadro 5. Ingredientes y cantidades utilizadas en raciones para cabras en crecimiento

Ingrediente	FVH	MAIZG	MAIZFVH
Soca de sorgo	Libre acceso	Libre acceso	Libre acceso
Maíz grano (g)	0	200	100
FVH (g)	1500	0	750

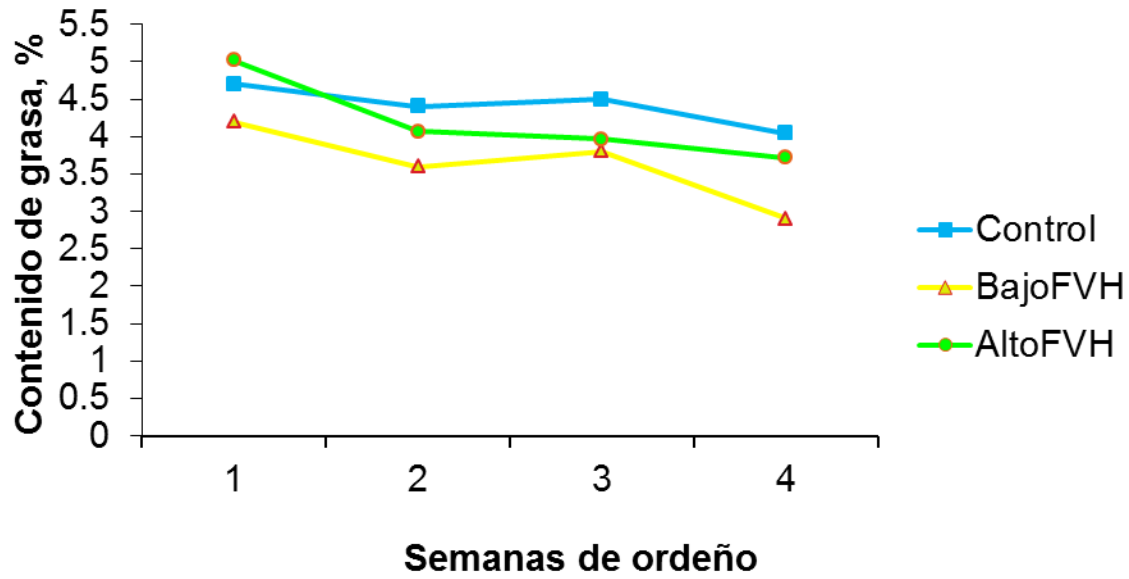


Figura 2. Contenido de grasa en leche de cabras en producción alimentadas con diferentes cantidades de FVH.

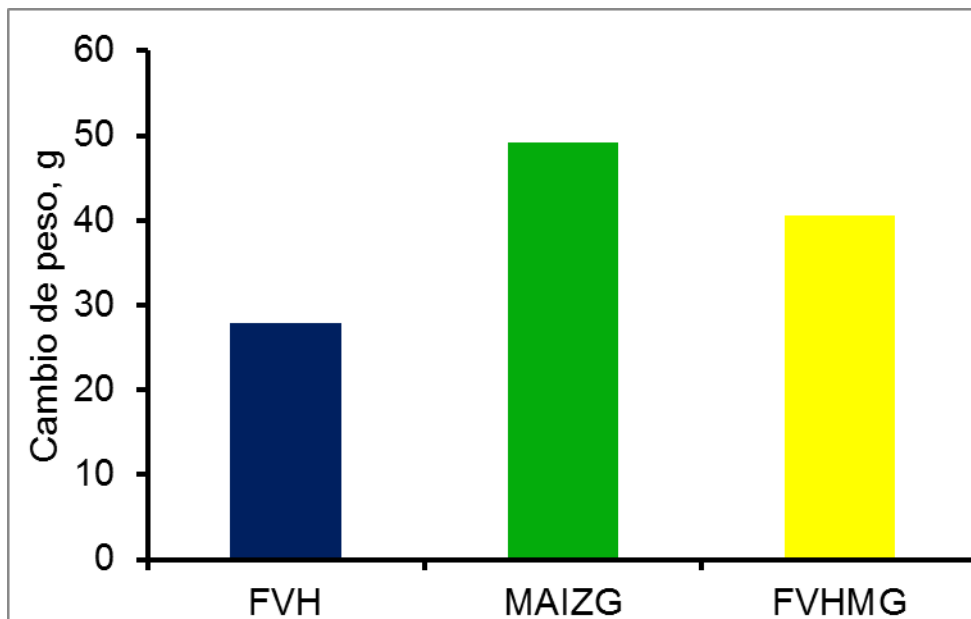


Figura 3. Cambio de peso (gr) de cabras en crecimiento alimentadas con FVH o Maíz grano.

### **CONCLUSIONES PRELIMINARES**

Es factible la producción de FVH de maíz, sorgo, trigo y avena en invernadero. El FVH bien procesado es un producto de alta calidad alimenticia para el ganado. El FVH es bien aceptado por cabras en crecimiento y en lactancia. Es recomendable incluir entre el 25 al 30 % de la ración como base húmeda o entre el 5 y el 10 % del peso vivo. El uso de FVH como alimento en cabras puede incrementar la producción de leche. El uso de FVH, al menos en estas primeras pruebas no muestra incrementos en el contenido de grasa de la leche. En cabras en crecimiento el uso de FVH como alimento puede generar incrementos de peso en sustitución parcial de ensilajes. Es recomendable seguir trabajando para mejorar el proceso de producción y en el caso del uso del FVH deberán hacer mayor cantidad de pruebas para encontrar las mejores recomendaciones de uso, desde el punto de vista nutricional así como económico.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Carballo M. C. R. 2005. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. Culiacán Sinaloa.
- Dosal Aladro. J.J.M. 1987. Efecto de la dosis de siembra, época de cosecha y fertilización sobre la calidad y cantidad de forraje de avena producido bajo condiciones de hidroponía. Facultad de ciencias agropecuarias y forestales de la universidad de concepción, Sede Chillán Chile.
- FAO. 2001. Manual Técnico Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Hidalgo M; L. R. 1985. Producción de forraje en condiciones de hidroponía; I evaluación preliminares en avena y triticale, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la universidad de Concepción, sede Chillan Chile.
- Hydroenv. (sin año) ¿Qué es el Forraje Verde Hidropónico? Revisado en línea el 18 de Agosto de 2014 [http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=125](http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=125)
- Izquierdo J. 1993. Manual Técnico "Producción de Forraje Verde Hidropónico" fue preparado por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe
- Ñíguez, M. E. 1988. Producción de Forraje en condiciones de hidroponía II. Selección de Especies y Evaluación de Cebada y Trigo. Boletín informativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile.
- Olvera S. Teodoro. (2010). Producción de Forraje Verde Hidropónico. Facultad de Agricultura y Zootecnia, UJED. Venecia, Gómez Palacio. Dgo.
- Rodríguez, S. 2003. Apuntes del Curso Hidroponía básica impartido en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

---

---

## RESPUESTAS DE VACAS LECHERAS A SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO EN CONDICIONES DE ESTRES CALORICO: ASPECTOS FISIOLOGICOS Y PRODUCTIVOS

**Avendaño-Reyes, Leonel, Macías-Cruz, Ulises, Correa-Calderón, Abelardo, y Francisco  
Daniel Álvarez-Valenzuela**

Cuerpo Académico Fisiología y Genética Animal  
Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California  
Ejido Nuevo León, Valle de Mexicali, Baja California, CP 21705  
correo electrónico: lar62@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

La producción de leche en algunas regiones áridas y cálidas de México se caracteriza por ser estacional debido a la variabilidad de las temperaturas ambientales a través del año. En estas regiones, la época de invierno registra condiciones climáticas favorables para el ganado lechero, mientras que en verano las temperaturas se incrementan generándose estrés por calor (EC). Por tanto, en invierno la producción de leche se mantiene elevada y en verano se reduce drásticamente por efecto del EC (Avendaño-Reyes *et al.*, 2010). Como medidas para mantener la condición homotermia, el ganado lechero reduce su consumo de alimento y redistribuye parcialmente la energía disponible para activar mecanismos de termorregulación de tipos fisiológico, metabólico y endocrinológico, lo que resta disponibilidad de energía para el proceso de galactogénesis y, por tanto, conduce a una baja en producción de leche (Ganaie *et al.*, 2013). Por otro lado, numerosas investigaciones han mostrado que la productividad en explotaciones confinadas para ganado lechero ubicados en climas cálidos pueden mejorarse mediante la instalación de sistemas de enfriamiento (SE), que se basan en enfriamiento evaporativo, impactando tanto en la producción de leche como en la eficiencia reproductiva (Armstrong, 1994; West, 2003). Estos equipos se colocan bajo las sombras de los corrales de descanso o en otras áreas del establo, y operan combinando la aspersion de agua con la ventilación forzada, enfriando así a las vacas. También han probado ser rentables para la producción animal en zonas con baja humedad relativa y en zonas húmedas cuando se presentan las horas pico de temperatura, por lo que la humedad relativa no es elevada. Con base en este planteamiento, el objetivo de este documento es presentar algunas respuestas fisiológicas y productivas de vacas lecheras a la instalación de sistemas de enfriamiento en condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa.

## ESTRÉS CALÓRICO EN GANADO LECHERO

El estrés calórico se puede definir como una condición producida en el animal por el incremento de variables climáticas como temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento, que al modificarse causan un estado de malestar debido a la incapacidad para disipar calor corporal, lo que produce efectos negativos sobre la eficiencia productiva y reproductiva en el ganado lechero (Armstrong, 1994; West, 2003). La capacidad de los rumiantes para regular su temperatura corporal depende de la especie y raza. Razas lecheras puras, como la Holstein, son típicamente más sensibles al estrés térmico que las cruza, y animales de alta producción son más susceptibles al EC porque generan más calor metabólico (Bernabucci *et al.*, 2010). También se puede señalar que el EC es una condición producida en el animal por el incremento de variables climáticas como temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento, que al modificarse causan un estado de malestar debido a la incapacidad para disipar calor corporal, lo que produce efectos negativos sobre la eficiencia productiva y reproductiva en el ganado lechero (West, 2003; Mader *et al.*, 2006).

En años recientes se ha buscado explicar la reducción del rendimiento lechero y la activación de mecanismos fisiológicos de termorregulación en climas cálidos como consecuencia del estrés oxidativo que el EC produce en el ganado lechero (Ganaie *et al.*, 2013). Se ha informado que el EC induce la producción de radicales libres derivados del oxígeno, los cuales se asocian a varios de los efectos deletéreos como alta tasa respiratoria y temperatura corporal, consumo de alimento reducido, aumento de problemas metabólicos y una disminución en los parámetros productivos y reproductivos, así como de resistencia a enfermedades (Castillo *et al.*, 2005). Se prevé que el cambio climático aumente el número de días con EC cada año, por lo que el uso de modelos de simulación ha permitido estimar que para el año 2025, la producción de emisiones de gases de efecto invernadero incrementará los días de EC en 25%, lo que podría explicar una disminución de 35 a 210 kg de leche por vaca por año. La proyección de este escenario para el año 2050 estima que habrá un aumento del 60% en los días de EC, lo que puede provocar una reducción de 85 a 420 kg de leche por vaca por año (Crimp *et al.*, 2010).

Muchos han sido los esfuerzos realizados para identificar los umbrales a los que los animales comienzan a sufrir estrés térmico con el objeto de prevenir los efectos negativos que éstos implican. Stott (1981) señaló que la única forma de medir la magnitud del estrés es a través de la respuesta animal. Una forma sencilla para cuantificar el grado de EC es mediante el uso del índice de temperatura-humedad (ITH), y un ejemplo es el propuesto por Hahn (1999) que lo estima por la combinación de temperatura ambiental y humedad relativa. La forma de estimar este índice es:

$$\text{ITH} = [0.81 \times \text{temp promedio}] + \{\text{humedad relativa (\%)} * [\text{temp promedio} - 14.4]\} + 46.4$$

Tradicionalmente se pensaba que la síntesis de leche empezaba a disminuir cuando el ITH alcanzaba 72 unidades (Armstrong, 1994); sin embargo, datos recientes indican que las vacas lecheras de alto rendimiento reducen la producción de leche desde 68 unidades de ITH (Zimbelman *et al.*, 2009). A medida que aumenta la producción de leche, el umbral de temperatura por EC se reduce, por lo tanto, mientras la selección genética siga basándose principalmente en la producción anual de leche, las vacas probablemente continuarán siendo cada vez más susceptibles al EC (Bernabucci *et al.*, 2010; Nardone *et al.*, 2010). Fuquay (1981) considera que es difícil determinar el grado de efecto de EC sobre la producción de leche debido a que otros factores (raza, época de parto, etapa de lactancia, nutrición, frecuencia de ordeño) que aunque no están relacionados directamente con el ambiente, pudieran estar interviniendo en la presencia de estrés en ganado lechero.

### **RESPUESTAS FISIOLÓGICAS AL ESTRÉS CALÓRICO**

Los parámetros fisiológicos frecuencias respiratoria y cardiaca (FR y FC), temperatura corporal (TC) y temperatura de la piel (TP) proporcionan una respuesta inmediata a la tensión climática y, en consecuencia, al nivel de confort o desconfort para el animal (Kadzere *et al.*, 2002; Mader *et al.*, 2006). Se han utilizado también como medidas de la comodidad y de la capacidad de adaptación de la vaca lechera a un entorno adverso o como medidas fisiológicas sensibles a la modificación del medio ambiente (Román-Ponce *et al.*, 1977). En bovinos en condición de EC, el motivo primordial de incrementar la FR es la pérdida de calor por vías respiratorias (Arias *et al.*, 2008), siendo ésta solo responsable del 15% de las pérdidas totales de calor, mientras que el resto corresponde a otros mecanismos como conducción, convección y radiación (Maia *et al.*, 2005). La FR normal es de ~ 60 respiraciones por minuto (rpm) en condiciones termoneutrales y de 80 a 120 en condiciones de EC moderadas; por encima de 120 rpm se estima que existe una excesiva carga de calor (Mount, 1979; Mader *et al.*, 2006). La FR en vacas lecheras estresadas por calor puede incrementarse hasta en 75% más de lo normal (20 rpm; Mount, 1979). Entonces, por cada unidad de respiración (rpm) por arriba de 45, disminuye la cantidad de leche en aproximadamente 0.3 L (Marko *et al.*, 2011). Algunos autores han indicado que un incremento de la FR (50-60 rpm) puede iniciar a partir de una temperatura de 25 °C (Berman *et al.*, 1985). Sin embargo, en condiciones extremas, esto no resulta suficiente para lograr refrescar al animal, por lo que la respiración vuelve a ser un poco más lenta pero más profunda



(McGovern y Bruce, 2000). En este sentido, ganado bovino expuesto a una temperatura ambiente de 41.1 °C y humedad relativa de 78% mostró una tasa respiratoria de 102 rpm (Gwazdauskas, 1985). Wise *et al.* (1988) han reportado en vacas Holstein 126.4 rpm con un ITH de 86.2 unidades.

Por otra parte, cambios en la (TR) han sido considerados como un indicador de almacenamiento de calor en el cuerpo de los animales y puede ser utilizado para evaluar la adversidad del ambiente térmico que puede afectar el crecimiento, lactancia y reproducción del ganado lechero (West *et al.*, 1999). La TR promedio del ganado lechero es de 38.5 °C, pero en condiciones de EC se puede incrementar de 38.7 a 40.1 °C (Gwazdauskas, 1985). Incluso un aumento de menos de 1 °C en la TR es suficiente para reducir el rendimiento en la mayoría de las especies de ganado (McDowell *et al.*, 1976), mientras que por cada grado por arriba de la temperatura rectal el ganado lechero, disminuye la producción de leche en alrededor de 3.5 L (Marko *et al.*, 2011). El rango normal en TR es muy estrecho en la mayoría de los animales domésticos, aproximadamente no mayor a 2.5 °C.

La reducción del consumo de alimento causado por EC se ha propuesto tradicionalmente como el principal responsable de la disminución de la producción de leche (Collier *et al.*, 1982; Kadzere *et al.*, 2010). Al respecto, Johnson *et al.* (1962) reportaron una reducción lineal en el consumo de materia seca (2.23 kg/d) y en producción de leche (2.26 kg/d) cuando el Índice Temperatura-Humedad (ITH) supera 70 unidades. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que la reducción de la ingesta de nutrientes (efectos indirectos por calor) sólo representa alrededor del 35% de la disminución inducida por el EC en la síntesis de leche (Nardone *et al.*, 2010). Otros estudios realizados en cámaras climáticas mostraron una disminución inducida por el calor en la producción de leche del 35% en vacas lecheras a media lactancia, y del 14% en vacas lecheras al inicio de lactancia (Lacetera *et al.*, 1996; Spiers *et al.*, 2004).

Como ejemplo de las respuestas fisiológicas y productivas de vacas lactantes al estrés por calor, un estudio en el norte de México comparó la productividad en invierno vs verano, encontrando (Cuadro 1) que el promedio de temperatura de la piel en distintas regiones anatómicas de vacas lecheras fue mayor en verano que en invierno. También es notoria (Cuadro 2) la disminución de 50% en la producción de leche por efecto del verano, así como se observa que el status oxidativo es mayor en verano que en invierno (Cuadro 3), encontrando lo contrario con el status antioxidante (Anzures *et al.*, 2015).

## USO DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO PARA GANADO LECHERO

Las vacas lecheras con múltiples partos en condiciones de EC suelen ser las más afectadas por su mayor peso metabólico y nivel de consumo que demanda su alta producción de leche. Los SE, si bien no resuelven la totalidad de la problemática sobre los efectos negativos que provoca el EC en la producción de leche, si logran ayudar en cierto porcentaje las pérdidas de leche, como se muestra en el Cuadro 4. Correa *et al.* (2002) reportaron una producción de 4 kg de leche por día más en vacas que fueron enfriadas a base de aspersores y abanicos durante 8 h continuas diariamente que vacas sólo con sombra. Asimismo, Avendaño-Reyes *et al.* (2006) enfriaron con este mismo método vacas Holstein durante el periodo seco en tres veranos consecutivos, observando una mejora general del confort de los animales expresado en menor temperatura rectal y tasa respiratoria, una tendencia de mayor peso de las crías al parto, mayor producción de leche posparto y mayor producción de leche corregida por grasa. Igono *et al.* (1987), enfriando por 10 h a vacas Holstein estresadas por calor, observaron 2 L más de leche que vacas que se encontraban bajo la sombra. También, Igono *et al.* (1992) observaron que enfriando durante 10.5 h a vacas Holstein se producía 28% más leche que en vacas solo con sombra. Otra alternativa de enfriamiento es la realizada por Flamenbaum y Ezra (2003), quienes trabajaron con un equipo de enfriamiento a base de aspersores y abanicos, el cual fue operado desde las 07.30 y hasta las 18.30 h (11 h) durante la fase media de la lactancia (150 d) en vacas Holstein. Una vez encendido el equipo, éste funcionaba de forma cíclica en periodos cortos de 4.5 min, seguido de una pausa de 30 s antes de volver a continuar, y de la misma manera hasta completar un periodo de 30 min. Al final del día se formaban 7 periodos de 30 min con intervalos de encendido y apagado de 1.5 h entre cada periodo. Los autores mencionan que con esta estrategia el sistema de enfriamiento y la condición corporal no afectaron de manera individual a la producción de leche. Sin embargo, si se detectó una interacción entre el tratamiento otorgado con el sistema de enfriamiento, condición corporal y las semanas de lactación de las vacas usadas durante el experimento, las cuales reflejaron un pico de mayor producción de leche en el grupo de vacas enfriadas en comparación con el grupo de vacas sin enfriamiento. Berman (2005) menciona que el impacto del enfriamiento evaporativo sobre la temperatura del aire se reduce considerablemente a una humedad relativa mayor de 45%. El autor enfatiza que la velocidad del aire en los SE es importante para su uso en ambientes con elevada humedad relativa, sugiriendo un rango de 1 a 1.5 m s<sup>-1</sup> para que el enfriamiento evaporativo sea eficiente. Actualmente se encuentran disponibles dos tipos de enfriamientos evaporativos: los aspersores y abanicos y las campanas evaporativas. Además de la instalación de SE en los corrales de descanso, otras áreas del establo lechero deben ser enfriadas

(Avendaño-Reyes, 2012). Por ejemplo, las vacas lecheras tienden a juntarse en la sala de espera, un lugar previo a la sala de ordeña donde el animal tiene un tiempo de espera variable, pero que generalmente es de al menos de 20 minutos. En este lugar saturado, la temperatura corporal puede aumentar rápidamente, por lo que la vaca experimenta EC con mayor intensidad que cualquier otro lugar del establo (Avendaño-Reyes *et al.*, 2012). En algunos establos de Arizona (Burgos *et al.*, 2007), también ha dado buen resultado la instalación de SE en las líneas de salida de la sala de ordeña. En estos lugares, la recomendación es de instalar solamente aspersores de agua para que cuando la vaca llegue a su corral, el aire de los abanicos evapore esa humedad y se refresque. Los comederos suelen también ser otro lugar donde se instalan equipos de enfriamiento, procurando que la vaca aumente su consumo de alimento al pasar más tiempo bajo el equipo. Se debe recordar que el efecto negativo más importante es la reducción en el consumo de alimento, por lo que es una medida adoptada por muchos productores. En establos construidos con el sistema de echaderos, es también una práctica común la instalación de SE, tanto en los lugares donde se echan las vacas para descansar como en donde se paran para comer (Avendaño-Reyes, 2012).

Cuadro 1. Medias de variables fisiológicas en vacas lecheras lactantes por época del año en Mexicali, Baja California.

Variable	Época	
	Invierno	Verano
TNALGA (°C)	27.14 ± 0.32 <sup>a</sup>	36.38 ± 0.27 <sup>b</sup>
TCOSTDER (°C)	27.34 ± 0.36 <sup>a</sup>	36.27 ± 0.31 <sup>b</sup>
TUBRE (°C)	27.62 ± 0.32 <sup>a</sup>	36.40 ± 0.27 <sup>b</sup>
TCAB (°C)	26.74 ± 0.24 <sup>a</sup>	36.25 ± 0.21 <sup>b</sup>
FRESP (respiraciones por min)	47.74 ± 1.05 <sup>a</sup>	106.87 ± 0.9 <sup>b</sup>
TRECT (°C)	38.39 ± 0.06 <sup>a</sup>	40.02 ± 0.05 <sup>b</sup>
CC (unidades)	3.54 ± 0.05 <sup>a</sup>	3.49 ± 0.04 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Medias en columna con diferente literal son diferentes ( $P < 0.01$ ); **TNALGA**= Temperatura de la nalga, **TCOSTDER**= Temperatura del costado derecho, **TUBRE**= Temperatura de la ubre, **TCAB**= Temperatura de la cabeza, **FRESP**= Frecuencia Respiratoria, **TRECT**= Temperatura Rectal, **CC**= Condición Corporal.

Cuadro 2. Medias de variables productivas y componentes en la leche de vacas lecheras lactantes por época del año en Mexicali, Baja California.

Variable	Época	
	Invierno	Verano
GRASA (%)	3.24 ± 0.14 <sup>a</sup>	3.97 ± 0.12 <sup>b</sup>
SGT (%)	9.23 ± 0.08 <sup>a</sup>	9.41 ± 0.07 <sup>a</sup>
PC (%)	3.48 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.56 ± 0.03 <sup>b</sup>
TLECHE (°C)	24.69 ± 0.36 <sup>a</sup>	33.08 ± 0.31 <sup>b</sup>
CCS (Células ml <sup>-1</sup> )	242.12 ± 160.6 <sup>a</sup>	467.08 ± 138.05 <sup>b</sup>

TCCS	4.39 ± 0.32 <sup>a</sup>	5.32 ± 0.28 <sup>b</sup>
PROD (kg d <sup>-1</sup> )	34.07 ± 1.01 <sup>a</sup>	15.96 ± 0.87 <sup>b</sup>
FCM	31.47 ± 1.30 <sup>a</sup>	18.07 ± 1.12 <sup>b</sup>
MEO (Mcal d <sup>-1</sup> )	23.51 ± 0.76 <sup>a</sup>	12.13 ± 0.65 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Medias en columna con diferente literal difieren ( $P < 0.01$ ); **GRASA**= Grasa, **SGT**= Sólidos grasos totales, **PC**= Proteína, **TLECHE**= Temperatura de la leche, **CCS**= Conteo de células somáticas, **TCCS**= Transformación logarítmica de CCS, **PROD**= Producción total de leche, **FCM**= Prod. leche ajustada 3.5 % de grasa, **MEO**= Producción de energía en leche.

Cuadro 3. Medias de variables de estrés oxidativo evaluadas en suero de vacas lecheras lactantes por época del año en Mexicali, Baja California.

Variable	Época	
	Invierno	Verano
GLU (mg dL <sup>-1</sup> )	51.70 ± 0.95 <sup>a</sup>	56.09 ± 0.81 <sup>b</sup>
TRIG (mg dL <sup>-1</sup> )	49.53 ± 4.69 <sup>a</sup>	41.35 ± 4.03 <sup>b</sup>
COL (mg dL <sup>-1</sup> )	268.53 ± 8.40 <sup>a</sup>	186.0 ± 7.22 <sup>b</sup>
TOS (µmol H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Eq L <sup>-1</sup> )	4.62 ± 0.28 <sup>a</sup>	4.94 ± 0.24 <sup>b</sup>
TAS (µmol Trolox Eq L <sup>-1</sup> )	685.35 ± 23.2 <sup>a</sup>	489.65 ± 19.95 <sup>b</sup>
IEO	0.69 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.02 ± 0.05 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Medias en columna con diferente literal son diferentes ( $P < 0.01$ ); **GLU**= Glucosa, **TRIG**= Triglicéridos, **COL**= Colesterol, **TOS**= Status oxidante total, **TAS**= Status antioxidante total, **IEO**= Índice de estrés oxidativo.

Cuadro 4. Producción de leche en vacas Holstein enfriadas con distintas modificaciones ambientales en distintos estudios en zonas áridas y semiáridas del mundo.

Lugar	Sombra	Aspersores y abanicos	Cámaras de enfriamiento evaporativo	ITH	Tiempo de enfriado	Referencia
Missouri	23.3 <sup>a</sup>	25.3 <sup>b</sup>	--	76	24	Igono <i>et al.</i> , 1987
Israel	37.2 <sup>a</sup>	40.7 <sup>b</sup>	--	80	9	Flamenbaum y Ezra, 2003
Arabia Saudita	--	26.8 <sup>a</sup>	27.7 <sup>b</sup>	88	12	Ryan <i>et al.</i> , 1992
Mexicali	27.0 <sup>a</sup>	31.0 <sup>b</sup>	--	89	8	Correa <i>et al.</i> , 2002
Arizona	31.0 <sup>a</sup>	39.1 <sup>b</sup>	37.9 <sup>b</sup>	85	11	Correa <i>et al.</i> , 2012
Mexicali	19.1 <sup>a</sup>	21.1 <sup>b</sup>	--	88	4	Avendaño-Reyes <i>et al.</i> , 2010
Mexicali	17.4 <sup>a</sup>	18.7 <sup>b</sup>	--	83	4	Avendaño-Reyes <i>et al.</i> , 2012
Arizona	--	38.3 <sup>a</sup>	42.2 <sup>b</sup>	76	12	Burgos <i>et al.</i> , 2007

<sup>ab</sup> Medias de producción de leche con distinta literal difieren ( $P < 0.05$ )

## CONCLUSIONES

Debido al fenómeno conocido como Cambio Climático, se pronostican modificaciones en los patrones de distintos eventos ambientales entre los que figura un claro aumento en la temperatura ambiental. Esto provocará la presencia de un mayor número de días con condiciones de estrés calórico en zonas tropicales y áridas de México. El ganado lechero es susceptible a estos cambios y es preciso tomar medidas que desde una perspectiva ambiental las representen los llamados sistemas de enfriamiento. Resultados de investigación en nuestro país probando estas modificaciones ambientales han demostrado que tienen el potencial de disminuir los efectos negativos del estrés calórico en vacas lactantes, por lo que se recomienda su utilización para evitar una drástica caída en parámetros productivos y reproductivos del ganado lechero durante el verano.

## BIBLIOGRAFIA

- Anzures OF, FD Álvarez-Valenzuela, A Correa-Calderón, R Díaz, U Macías-Cruz y L Avendaño-Reyes. 2015. Efecto de época del año (verano vs invierno) en variables fisiológicas, producción de leche y capacidad antioxidante de vacas Holstein en una zona árida del noroeste de México. *Arch. Med. Vet., (en prensa)*.
- Arias RA, TL Mader y PC Escobar. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch. Med. Vet., 40: 7-22*.
- Armstrong, D. V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci., 77: 2044-2050*.
- Avendaño-Reyes L, FD Álvarez-Valenzuela, A Correa-Calderón, JS Saucedo-Quintero, PH Robinson, and JG Fadel. 2006. Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. *Livest. Sci., 105:198-206*.
- Avendaño-Reyes L, FD Álvarez-Valenzuela, A Correa-Calderón, A Algándar-Sandoval, E Rodríguez-González, R Pérez-Velázquez, U Macías-Cruz, R Díaz-Molina, PH Robinson, and JG Fadel. 2010. Comparison of three cooling management systems to reduce heat stress in lactating Holstein cows during hot and dry ambient conditions. *Livest. Sci., 132: 48-52*.
- Avendaño-Reyes L. 2012. Heat stress management for milk production in arid zones. Chapter 9. In: Milk Production -An Up-To-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health, pp 165-184. Narongsak Chaiyabutr (Ed). Ed. InTech.
- Avendaño-Reyes L, JA Hernández-Rivera, FD Álvarez-Valenzuela, U Macías-Cruz, R Díaz-Molina, A Correa-Calderón, PH Robinson, JG Fadel. 2012. Physiological and productive responses of multiparous lactating Holstein cows exposed to short-term cooling during severe summer conditions in an arid region of Mexico. *Int. J. Biometeorol., 56: 993-999*.
- Berman A, Y Folman, M Kaim, M Mamen, Z Herz, D Wolfenson, A Arieli, and Y Graber. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. *J. Dairy Sci., 68: 1488-1495*.
- Berman AJ. 2005. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sci., 83: 1377-1384*.
- Bernabucci U, N Lacetera, LH Baumgard, RP Rhoads, B Ronchi, and A Nardone. 2010. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Anim. Sci., 4: 1167-1183*.
- Burgos R, LJ Odens, RJ Collier, LH Baumgard, and MJ VanBaale. 2007. Evaluation of different cooling systems in lactating heat stressed dairy cows in a semi-arid environment. *Profess. Anim. Scient., 23: 546-555*.
- Castillo C, J Hernández, A Bravo, M Alonso-López, V Pereira, and JL Benedito. 2005. Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. *Vet. J., 169: 286-292*.

- Collier RJ, Doelger SG, Head HH, Thatcher WW, and CJ Wilcox. 1982. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. *J. Anim. Sci.*, 54:309-319.
- Correa CA, Armstrong DV, JF Smith, SK DeNise, L Avendaño-Reyes y A Rubio. 2002. Efecto de un sistema de enfriamiento en la productividad de ganado lechero Holstein bajo estrés calórico. *Agrociencia*, 36:531-539.
- Crimp SJ, CJ Stokes, SM Howden, AD Moore, B Jacobs, PR Brown, AJ Ash, P Kokic, and P Leith. 2010. Managing Murray–Darling basin livestock systems in a variable and changing climate: challenges and opportunities. *The Rangeland J.*, 32: 293–304.
- Flamenbaum I, and E Ezra. 2003. A large scale survey evaluating the effect of cooling Holstein cows on productive and reproductive performances under subtropical conditions. *J. Dairy Sci.*, 86(Suppl. 1): 19.
- Fuquay JW. 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.*, 52: 164-174.
- Ganaie AH, G Shanker, NA Bumla, RS Ghasura, NA Mir, SA Wani, and G B Gudatra. 2013. Biochemical and physiological changes during thermal stress in bovine. *J. Vet. Sci. Technol.*, 4: 2157-7579.
- Gwazdauskas FC. 1985. Effects of climate on reproduction in cattle. *J. Dairy Sci.*, 68: 1568-1578.
- Hahn GL. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat load. *J. Anim. Sci.*, 77 (Suppl. 1): 10–20.
- Igono MO, HD Johnson, BJ Steevens, GF Krause, and MD Shanklin. 1987. Physiological, productive, and economic benefits of shade, spray, and fan system versus shade for Holstein cows during summer heat. *J. Dairy Sci.*, 70: 1069-1079.
- Igono MO, Bjotvedt G, and HT Sanford-Crane. 1992. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *Int J Biometeorol.*, 36: 77-87.
- Johnson HD, Ragsdale AC, Berry IL, Shanklin MD. 1962. Effects of various temperature–humidity combinations on milk production of Holstein cattle. *Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 791. Univ. Missouri.
- Kadzere CT, MR Murphy, N Silanikove, E Maltz. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livest Prod Sci.*, 77: 59–91.
- Lacetera N, U Bernabucci, B Ronchi, and A Nardone. 1996. Body condition score, metabolic status and milk production of early lactating dairy cows exposed to warm environment. *Riv. Agr. Subtrop. Trop.*, 90: 43–55.
- Mader TL, MS Davis, and TM Brown-Brandl. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 84: 712-719.
- Maia ASC, RG Da Silva, and CMB Loureiro. 2005. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. *Int. J. Biometeorol.*, 50: 17–22.
- Marko RC, B Belić, B Toholj, M Stevančević, A Potkonjak, and P Lako. 2011. Influence of respiration rate and rectal temperature in Holstein cows to milk production during heat stress. *Serb. J. Agri. Sci.*, 60: 183-189.
- McDowell RE, N Hooven, and JK Camoens. 1976. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. *J. Dairy Sci.*, 59: 965–973.
- McGovern RE, and JM Bruce. 2000. A model of the thermal balance for cattle in hot conditions. *J. Agric. Engng. Res.*, 77: 81-92.
- Mount LE. 1979. *Adaptation to Thermal Environment: Man and His Productive Animals*. Univ. Park Press, Baltimore, MD.
- Nardone A, B Ronchi, N Lacetera, MS Ranieri and U Bernabucci. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livest. Sci.*, 130: 57–69.
- Roman-Ponce H, WW Thatcher, DE Buffington, CJ Wilcox, and HH Van Horn. 1977. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a sub-tropical environment. *J. Dairy Sci.*, 60: 424-430.
- Ryan DP, MP Boland, E Kopel, D Armstrong, L Munyakazi, RA Godke, and RH Ingraham. 1992. Evaluating two different evaporative cooling management systems for dairy cows in a hot, dry climate. *J. Dairy Sci.*, 75: 1052-1059.
- Spiers DE, JN Spain, JD Sampson and RP Rhoads. 2004. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. *J. Therm. Biol.*, 29: 759–764.
- Stott GH. 1981. What is animal stress and how is it measured? *J. Anim. Sci.*, 52: 150-153.

- West JW. 1999. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.*, 77 (Suppl. 2): 21–35.
- West JW. 2003. Effects of heat stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 86: 2131–2144.
- Wise ME, DV Armstrong, JT Huber, R Hunter, and F Wiersma. 1988. Hormonal alterations in the lactating dairy cows in response to thermal stress. *J. Dairy Sci.*, 71: 2480-2485.
- Zimbleman RB, RP Rhoads, LH Baumgard, and RJ Collier. 2009. Revised temperature humidity index (THI) for high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 92: E-Suppl. 1:347.

## **LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES COMO UNA CONDICIÓN INELUDIBLE PARA LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AGROPECUARIA**

**Rubén Alfonso Saucedo Terán**

Líder del Programa Nacional de Investigación de Mitigación del Impacto Ambiental de la Producción Agropecuaria. Sitio Experimental La Campana-INIFAP. Km 33 de la carretera Chihuahua-Ojinaga. Aldama, Chih. Teléfono: 614 451 0601. Correo electrónico: [saucedo.ruben@inifap.gob.mx](mailto:saucedo.ruben@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

Todo país tiene como propósito nacional el lograr la autosuficiencia alimentaria. De acuerdo con la FAO, un país es autosuficiente cuando éste tiene la capacidad de producir el 75% de los alimentos que demandan sus habitantes. En ese contexto, ningún país en el mundo es capaz llegar a esa meta. México muestra un déficit histórico importante en la balanza entre la producción y la importación de alimentos. En la actualidad, el 57% de los alimentos que consumimos tiene su origen en nuestro país y el 43% restante proviene de fuera, a un alto costo. En el caso específico del maíz, el grano básico nacional, se producen 21 millones de toneladas al año y se importan cerca de 10 millones de toneladas.

En la década de los 70's, en el período conocido como la revolución verde, muchos países, incluido el nuestro, logró incrementos sin precedentes en los volúmenes de producción de alimentos, como resultado de una masiva aplicación de innovaciones tecnológicas, destacando el uso de variedades mejoradas y la aplicación masiva de agroquímicos. En esa época, el interés primordial era incrementar los niveles de productividad teniendo sólo como contraparte los costos de producción. En pocos años, el hecho de privilegiar la productividad con una base económica mostró sus efectos detrimentales en los recursos naturales, lo que obligó a cambiar la manera de evaluar la eficiencia en la producción de alimentos, al introducir indicadores ambientales como una necesidad ineludible para garantizar la producción en el transcurso del tiempo. Conceptos como la producción sustentable guiaron el quehacer productivo agropecuario internacional. No, obstante, a pesar de este cambio de paradigma en la producción de alimentos, el deterioro de los recursos naturales siguió su curso. El uso irracional de agroquímicos condujo a la modificación de la composición química y microbiológica de los suelos, convirtiéndolos en un sustrato artificial, prácticamente inerte. Del mismo modo, el agua también se vio alterada, no sólo en términos del agotamiento de los mantos acuíferos derivado del uso irracional de este importante recurso, sino también en su calidad debido al agregado de contaminantes derivados de los agroquímicos aplicados. El referente internacional es la India,



país que resolvió su baja productividad ancestral con el mejoramiento tecnológico de sus sistemas de producción. En la actualidad enfrenta serios problemas de baja productividad por sus suelos empobrecidos y la escasez de agua, misma que también se ha visto deteriorada por su alto contenido de contaminantes químicos procedentes de agroquímicos, diversas sales derivadas de la erosión de suelos y metales y metaloides tóxicos, originados por la extracción de agua a partir de pozos cada vez más profundos.

El deterioro de los recursos naturales como consecuencia de su uso inadecuado está ampliamente documentado a nivel nacional e internacional. Sin embargo, el agotamiento y degradación del agua y los suelos agrícolas no tiene fin. De acuerdo con las estimaciones de crecimiento de la población humana, para satisfacer la demanda de alimentos en el año 2030, se prevé que la producción alimentaria en los países en vías de desarrollo deberá aumentar un 67%. Esto se deberá lograr con la misma superficie disponible, quizás con menos por la degradación de suelos, pero donde se encuentra el mayor reto es en el agua, ya que la eficiencia en el uso de este recurso se deberá incrementar en un 14%. Entonces, se deberá incrementar la productividad y al mismo tiempo se deberá reducir la cantidad de agua utilizada. No sólo se deberán cambiar los sistemas de riego, predominando los de tipo presurizado, sino que también se deberán disminuir las láminas de riego mediante la siembra de variedades más eficientes en el uso del agua.

El presente documento tiene como objetivo comunicar el estado en que se encuentra los dos de los principales recursos naturales que dan sustento a la producción agropecuaria, así como establecer la necesidad imperiosa de conservarlos y manejarlos en forma racional, lo que será un requisito ineludible para lograr una producción sostenible de alimentos. Los usuarios de esta información son los estudiantes, futuros capacitadores de productores y tomadores de decisiones; los maestros universitarios, que tienen la importante responsabilidad de transmitir conocimientos y cambios de actitud a su estudiantes; las instancias gubernamentales, en las que se deciden los programas y los apoyos que definen los rumbos del campo Mexicano; y finalmente, los productores, los actores principales del tema en estudio.

### **El estado actual del manejo sustentable de los recursos naturales en México**

El activo principal de la producción agropecuaria es el conjunto de recursos naturales que le dan sustento, en particular, el agua y el suelo. De acuerdo con lo señalado por Maczko (2011), la sustentabilidad es un término que involucra el estudio integral de indicadores ecológicos como la condición del suelo, del agua, de la vegetación y de la fauna silvestre, junto con

variables de tipo social y económico, ligadas al sistema de producción. Nardone *et al.* (2004) establece que la producción sostenible significa la preservación de la integridad de los recursos naturales, evitando su pérdida, su agotamiento, su contaminación o cualquier otro tipo de deterioro de los mismos.

Las anteriores definiciones que, a primera vista, resultan tan obvias y elocuentes, no son necesariamente concebidas y aplicadas de igual manera en la práctica. Para la mayoría de los productores de nuestro país, su grado de desempeño se cifra sólo en indicadores de tipo productivo y económico, dejando de lado o, simplemente, ignorando variables ecológicas o ambientales.

Muestra de lo anterior son los bajos niveles de eficiencia en el uso de agua en las actividades agropecuarias, los cuales oscilan entre 25 y 55%, lo que implica un alto, inconsciente e irracional desperdicio de agua en la agricultura y la ganadería. Esta situación se agrava por el hecho de que las actividades agropecuarias consumen alrededor del 80% el agua de nuestro país. En el caso de la agricultura, predomina el riego por gravedad, con surcos de hasta 1,000 m de longitud y un uso reducido de sistemas de conducción por tubería o por canales revestidos. En la ganadería extensiva, la mayoría de los pastizales que constituyen la principal fuente de alimento para los animales se encuentra en condición pobre, predominado los suelos desnudos, de tal modo que la mayor parte del agua de lluvia se pierde, por escurrimiento y evaporación. Los efectos de tal ineficiencia son evidentes. De acuerdo con datos de CONAGUA (2011), en 1975 se tenía documentado que 35 acuíferos nacionales se encontraban sobreexplotados; en el año 2010, se encontraron evidencias de sobreexplotación en 105 acuíferos, lo que representa un incremento de casi un 300%.

Podría pensarse que el desperdicio es la principal causa de escasez de agua, pero ésta es una percepción errónea. En el Foro del Agua 2005 se llegó a la conclusión de que el 50% de los mantos acuíferos de México serán inutilizables por problemas de contaminación en el año 2025. Lo anterior significa que no sólo se está desperdiciando agua sino que también se está contaminando. Los sistemas de producción pecuarios intensivos constituyen una muy importante fuente de contaminación de suelos y cuerpos y corrientes de agua. Tal contaminación se agrava porque en establos lecheros y en explotaciones porcícolas se usa agua para extraer y conducir las excretas de los animales. La agricultura también contamina agua y suelos, por los residuos de nutrientes, agroquímicos y sales que son lixiviados por el agua de riego. La CONAGUA, a través de su red nacional de monitoreo de calidad del agua,

reporta que de sus 1,014 sitios permanentes de monitoreo, en el 32% se presentan concentraciones por encima de los límites máximos permisibles (LMP) de materia orgánica, en el 74% se rebasan los LMP de nitratos y en el 88% los de fosfatos.

La degradación de los suelos destinados a la producción agropecuaria es también evidente. En un estudio efectuado en 1963 en varios estados del norte de México se determinó que cerca del 80% de los pastizales se encontraban sobrepastoreados, proliferando arbustos espinosos o amargos y plantas tóxicas, lo que conducía a una baja productividad forrajera. En 1987 se llevó a cabo un estudio en el estado de Chihuahua en el que se encontró que la mayoría de los ranchos y ejidos ganaderos tenían más animales de los que debían tener, con cargas animal desde 100 hasta 500% por encima de los coeficientes de agostadero estimados por COTECOCA (1978). Hasta antes de 1994, en Chihuahua se contaba con un inventario de cerca de 2 millones de vientres de ganado vacuno. A finales de ese mismo año se presentó una importante crisis económica en nuestro país, lo que en conjunto con una severa sequía que se presentó en Chihuahua por varios en Chihuahua causó una fuerte reducción en el inventario de ganado bovino. En años recientes, a pesar de que el inventario de vientres de bovinos productores de carne ha sido de aproximadamente 1 millón de cabezas, en los pastizales predomina la condición pobre y regular, lo que pone de manifiesto que el manejo del ganado no es el adecuado (Royo *et al.*, 2005). A nivel nacional, el grueso de los agostaderos presentan algún tipo de deterioro, predomina la condición regular, de tal modo que su productividad corresponde a un 50% de su potencial productivo, como consecuencia de la pérdida de su vegetación original (SEMARNAT, 2010).

El cambio de uso de suelos por sí mismo es un factor importante de desequilibrio en los ecosistemas, ya que ello implica deforestación, deterioro y fragmentación de la cubierta vegetal original, alterando suelos, el ciclo hidrológico y la biodiversidad. De acuerdo con la Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación en el año 2002 sólo se conservaba cerca del 70% de la superficie original de bosques, 56% de selvas, 77% de matorrales y sólo 55% de los pastizales. Aunque la mayor parte de esas pérdidas ocurrieron hasta antes de los 70's, en los últimos años se han seguido registrando pérdidas superiores a las 100 mil hectáreas anuales en selvas y matorrales (SEMARNAT, 2005). Los principales procesos de degradación de suelos son su alteración química su pérdida por erosión hídrica y eólica, que en conjunto generan el 87% de la superficie afectada lo que representa 34.9, 23 y 18.5 millones de hectáreas, respectivamente (SEMARNAT-CP, 2003).

## CONCLUSIONES

La mayor parte de los ecosistemas que dan sustento a las actividades agropecuarias de México se encuentra bajo los efectos de algún proceso de deterioro.

El deterioro de los recursos naturales trae como consecuencia bajos niveles de productividad y representan una nula posibilidad de alcanzar una producción sustentable.

Cualquier pretensión de incrementar o, inclusive, de mantener los actuales niveles de productividad en las actividades agropecuarias requerirá, de manera ineludible, detener y revertir el deterioro de los recursos naturales.

## BIBLIOGRAFIA

- COTECOCA. 1978. Chihuahua. Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostaderos. SARH. México, D.F. 234 p.
- Maczko K. 2011. Ranch sustainability assessment: Integrating ecological, social, and economic monitoring information with a business planning process. 96<sup>th</sup> Earth Stewardship Association Annual Meeting. Austin TX, U.S.A. <http://eco.confex.com/eco/2011/webprogram/Paper29257.html>.
- Nardone A., G. Zervas, and B. Ronchi. 2004. Sustainability of small ruminant organic systems of production. Liv. Prod. Sci. 90: 27-39.
- Royo. M., A. Melgoza, J S. Sierra, R. Carrillo, P. Jurado, R. Gutiérrez y F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. Conferencia Magistral. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. UAZ, INIFAP. Abril 20 y 21 de 2005. Zacatecas, Zac. México.
- SEMARNAT. 2005. Situación del Medio Ambiente en México. Capítulo 2. Vegetación y uso del suelo, p. 63.
- SEMARNAT. 2010. Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras. [http://web2.semarnat.gob.mx/fomento/Documents/html/documentos/estrategianacionalmanejosustentabletierras\\_semarnat.pdf](http://web2.semarnat.gob.mx/fomento/Documents/html/documentos/estrategianacionalmanejosustentabletierras_semarnat.pdf)
- SEMARNAT - CP.2003. Evaluación de la degradación del suelo inducida por el hombre, escala 1:250,000. México.

## **SISTEMA DE ASISTENCIA TÉCNICA EN LÍNEA PARA EL PRONÓSTICO DEL RIEGO**

**Catalán Valencia Ernesto Alonso<sup>1</sup>, Villa Castorena Magdalena<sup>1</sup>, Inzunza Ibarra Marco Antonio<sup>1</sup>, Román López Abel<sup>1</sup>, Delgado Ramírez Gerardo<sup>1</sup>, González Barrios José Luis<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CENID RASPA INIFAP. Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo.  
[catalan.ernesto@inifap.gob.mx](mailto:catalan.ernesto@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

La falta de soporte técnico para la gestión del riego incide de manera importante sobre los bajos niveles de eficiencia y productividad con que se utiliza el agua en las zonas de riego del país. Los distritos de riego operan con un nivel de eficiencia global promedio por debajo del 40%, lo cual significa que el 60% del volumen de agua total disponible se pierde durante los procesos de conducción distribución y aplicación del agua (CNA, 2008).

Uno de los objetivos del Programa Nacional Hídrico PNH 2014-2018 es mejorar la eficiencia en el uso del agua mediante la tecnificación de los sistemas de riego (SEMARNAT, 2013). Esta estrategia implica la aplicación de técnicas y métodos racionales y cuantitativos para mejorar la programación, diseño y operación de los sistemas de riego. La tecnología disponible en materia de ingeniería de riego es amplia, sin embargo, los procesos de transferencia y adopción tecnológica se han rezagado por distintas razones.

La falta de un esquema de valoración económica real del agua es una de las principales causas del rezago en la transferencia de la tecnología de riego. Además, 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.

El desarrollo de nuevas infraestructuras y los avances en las tecnologías de la información han dado un nuevo impulso a la transferencia y adopción de la tecnología de riego existente, acercando el conocimiento a los usuarios. Infraestructuras como las RedesEstatales de Estaciones Climatológicas Automáticas y la Red de Internet permiten la adquisición, proceso y transmisión en tiempo real de la información climática requerida para estimar variables fundamentales de la gestión del riego de cultivos como la evapotranspiración o consumo de agua. Mediante la programación y el acceso en línea a bases de datos (clima, suelo y cultivo), es posible desarrollar aplicaciones de cómputo para sistematizar, difundir y transferir la

tecnología de riego disponible, es decir, proveer asistencia técnica en línea y tiempo real a los usuarios del riego.

La programación del riego es una técnica encaminada a determinar las cantidades de agua por aplicar y las fechas de aplicación de cada riego para minimizar deficiencias o excesos de humedad en el suelo que pudieran causar efectos adversos sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos (FAO, 1989). Con la programación adecuada del riego se pueden lograr objetivos múltiples como ahorrar agua, disminuir costos por ahorro de energía y mano de obra, minimizar estrés hídrico y maximizar rendimiento, así como maximizar calidad, rentabilidad o ingreso (Catalán *et al.*, 2007). El objetivo de esta presentación es describir el programa DRIEGO diseñado para calcular, en línea y tiempo real, las demandas de agua y pronosticar el riego de los cultivos.

### EL PROGRAMA DRIEGO

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:

$$\Delta\theta = R + P - ET_c - D \quad (1)$$

Donde  $\Delta\theta$  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 ( $ET_r$ ) del cultivo se estima a partir del cálculo de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ), calculada con el método estándar FAO Penman-Monteith, y el uso del coeficiente dual del cultivo, ambos procedimientos recomendados por la Organización Meteorológica mundial y la FAO para la programación del riego en tiempo real (FAO, 1998):

$$ET_c = (K_s K_{cb} + K_e) ET_0 \quad (2)$$

Donde  $ET_0$  es la evapotranspiración de la superficie hipotética de referencia, similar a la de un cultivo de pasto bien irrigado y sin limitaciones de agua (Allen *et al.*, 1990; Jensen *et al.*, 1990). La  $ET_0$  se estima con datos climatológicos del sitio (temperatura y humedad del aire, velocidad

del viento y radiación solar). Para esto, el programa accede en tiempo real a las bases de datos de las redes de estaciones climatológicas estatales e incluye una base de datos con información de 62 cultivos (ciclos de cultivo, fechas de siembra, profundidad de raíces, criterios de abatimiento de humedad del suelo y coeficientes de cultivo).

**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).

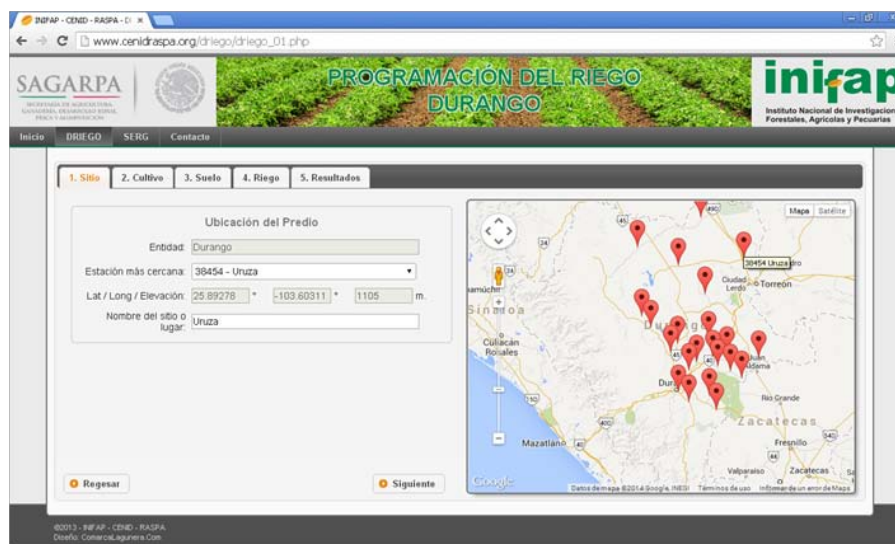


Figura 1. Selección del sitio y su estación climatológica.

1. **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.
2. **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 dicha información derivada de estudios experimentales propios (Figura 2).
3. **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.
4. **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 (Figura 3).

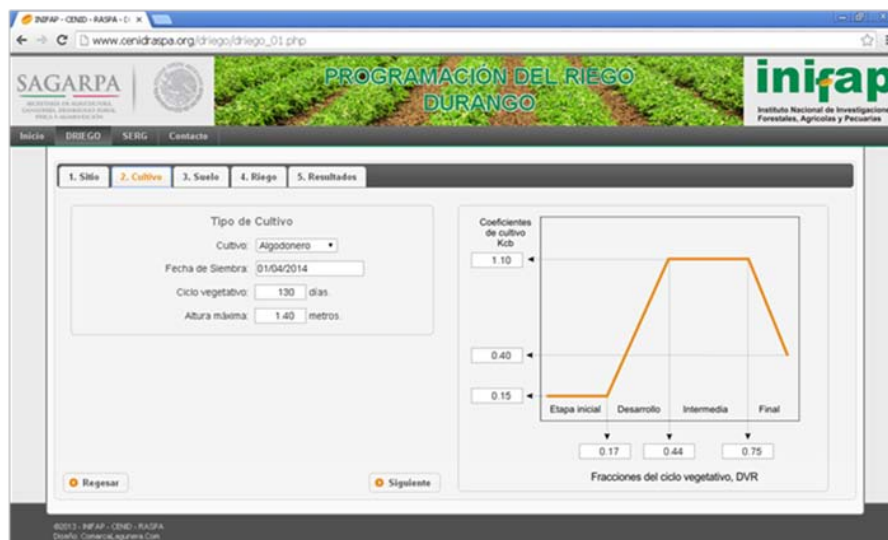


Figura 2. Ingreso de datos del cultivo.

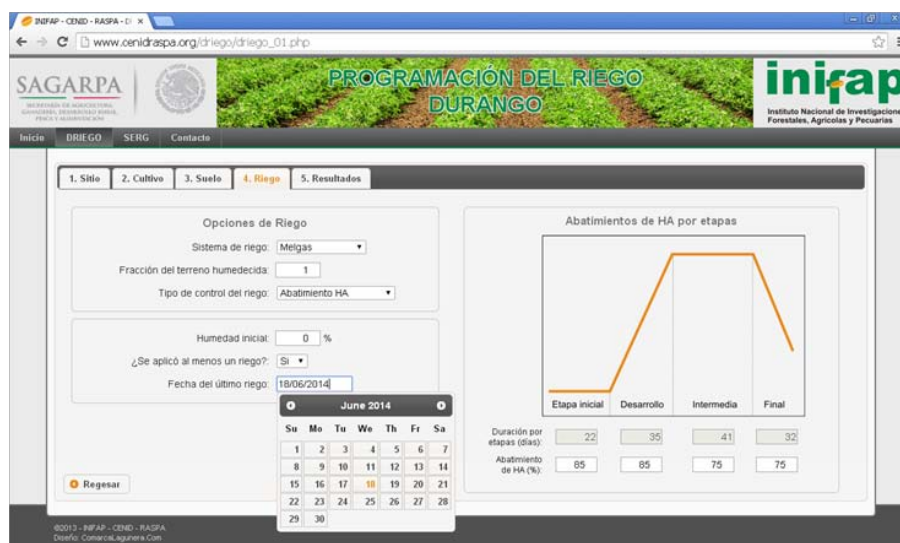


Figura 3. Pantalla de captura de las opciones del riego propuestas por el usuario.

5. **Resultados.** 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 4).

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.



Figura 4. Calendario de riegos del maíz.

Los botones tres y cuatro presentan gráficas del consumo de agua (ET máxima, ET real y Transpiración) a través del ciclo del cultivo, en valores diarios (Figura 5) 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 (Figura 6). 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.

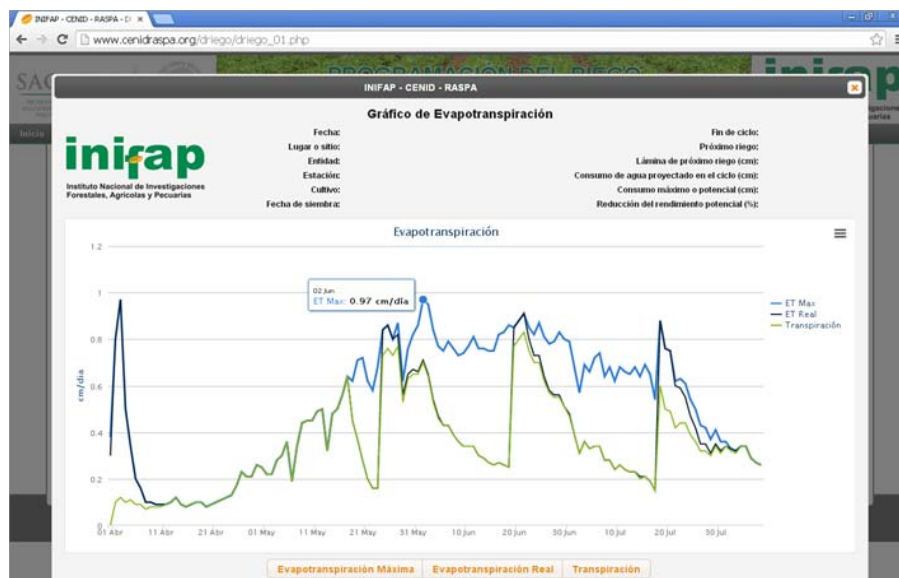


Figura 5. Consumo de agua a través del ciclo del maíz.

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.

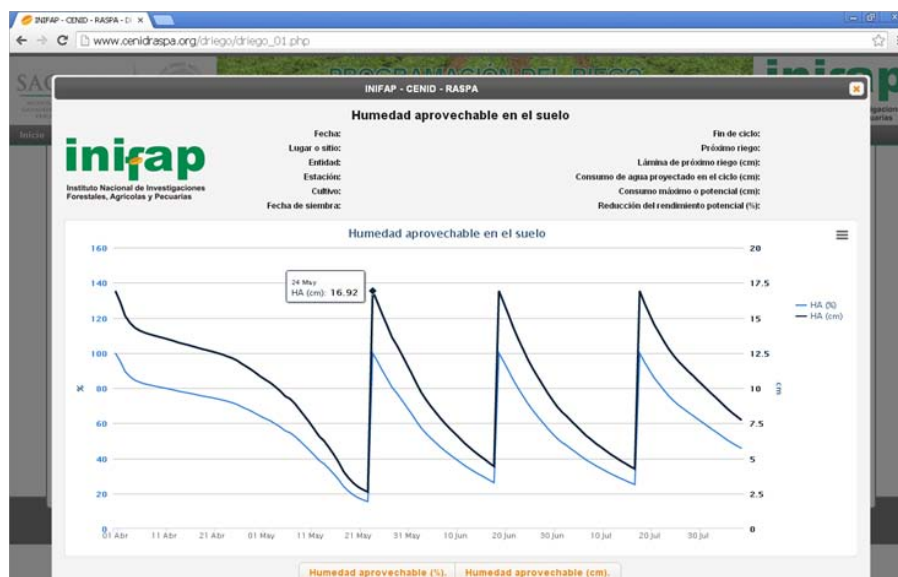


Figura 6. Variación de la humedad aprovechable del suelo.

## CONCLUSIONES

El programa DRIEGO del sistema IRRINET es una herramienta importante para que los usuarios de los distritos y unidades de riego incorporen un mayor soporte técnico a la tarea de programar el riego de sus cultivos. Actualmente, el programa cubre los estados de la región norte del país: Chihuahua, Durango, Coahuila, Zacatecas y Aguascalientes. La instalación y ejecución en línea del programa 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.

### **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). 2008. 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.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Programa Nacional Hídrico 2014-2018. Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines en la Montaña C.P. 14210, Tlalpan, México, D.F.

---

---

## RENDIMIENTO Y EFICIENCIA DE USO DE AGUA EN MAÍZ FORRAJERO CON DOS SISTEMAS DE RIEGO Y DIFERENTES LÁMINAS DE RIEGO

**Anaya Salgado Antonio<sup>\*1</sup>, Cruz Chavez Juan José<sup>1</sup>, Ríos Vega María Esther<sup>2</sup>, Núñez Hernández Gregorio<sup>1</sup>, Faz Contreras Rodolfo<sup>1</sup>, Serrato Medina Hugo Arsenio<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna, <sup>2</sup> Alumno Tesista del Doctorado en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Agropecuarios, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, <sup>3</sup> M. C. de Apoyo al desarrollo de la investigación  
[anaya.antonio@inifap.gob.mx](mailto:anaya.antonio@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional, la necesidad de más alimentos y la sobreexplotación del agua convierten los recursos hídricos en bienes más escasos y caros. El agua es un factor que limita la producción de los cultivos en el mundo. En las regiones áridas y semiáridas la precipitación es escasa durante el año e insuficiente para los cultivos, por lo que es necesario suministrar agua a través del riego. En estas áreas, la disponibilidad de agua para riego es limitada, no obstante existe un gran desperdicio durante su aplicación. Ante esta panorámica, es necesario desarrollar mejores prácticas de riego, utilizar cultivos que requieran menos agua y que tengan un alto potencial de producción con el objetivo de aumentar la eficiencia y la productividad del agua. Unriegoeficiente contemplamáximos rendimientospor unidadde agua aplicada, lo cual contribuye a la sostenibilidad del agrosistema. Algunos trabajos de investigación a nivel regional muestran que hay aumento en altura, rendimiento de forraje verde (RFV), y rendimiento de forraje seco (RMS) al aumentar la lámina de riego (Cruz y Núñez, 2012). Una estrategia que puede maximizar la producción utilizando menos agua, es la aplicación de riegos deficitarios a los cultivos (Oktem, 2008). Estudios relacionados con la aplicación de este tipo de riego muestran que se pueden obtener altos rendimientos de grano y buenos valores de eficiencia del uso del agua (Kang *et al.*, 2002). Por otra parte, investigaciones muestran que los rendimientos de los cultivos disminuyen al reducirse la lámina de riego aplicada (Karam *et al.* 2003). Un buen manejo del riego debe minimizar las pérdidas de producción causado por estrés hídrico durante su desarrollo (Stone *et al.*, 2001); sin embargo, al aplicar un volumen alto de agua puede eliminar este estrés hídrico al cultivo, pero también se reduce la eficiencia en el uso del agua de riego aplicada al cultivo (Morton,1998). En el caso de la Comarca Lagunera, zona árida de la región norte de México, con una precipitación promedio anual de 200 mm y una evaporación promedio anual de 2000 mm (Montemayor *et al.*, 2009). El sector agropecuario utiliza el 84 % del total de agua disponible, la mayoría de la cual es utilizada en la producción de forrajes para la alimentación de ganado lechero. En el ciclo de primavera-verano los principales cultivos que

se producen son maíz y sorgo, que en el 2012 alcanzaron valores de 12,763 y 17,264 has respectivamente (60 % de la superficie total cosechada en la región) (SAGARPA, 2012). El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento de materia seca y la eficiencia del uso del agua de riego del cultivo del maíz forrajero bajo dos sistemas y diferentes láminas de riego aplicadas para poder optimizar su uso.

### **MATERIALES Y METODOS**

Este trabajo de investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en las instalaciones del Campo Experimental la Laguna, ubicado en Matamoros, Coahuila, México, a una altitud de 1150 msnm, entre los paralelos 25° 32' de latitud norte y los meridianos 103° 14' de longitud oeste. Se realizaron dos experimentos utilizando sistemas de riego superficial (experimento 1) y goteo subsuperficial (experimento 2). La siembra se realizó en húmedo el día 19 de abril del 2013 en un suelo de textura arcillosa. Se utilizó el maíz variedad 8285 de ciclo precoz. La densidad de siembra fue de 7 a 8 semillas  $m^{-1}$  y la separación entre surcos de 0.76 m. La dosis de fertilización fue 280 - 80 - 00, N - P - K  $ha^{-1}$ . Para el sistema de riego superficial se aplicó la mitad del N y todo el P al momento de la siembra. La otra mitad de N se aplicó en el primer riego de auxilio. En el caso del sistema de riego por goteo se aplicó la mitad del N y todo el P al momento de la siembra. La otra mitad de N se aplicó a través del sistema de riego en forma dosificada. Las fuentes de fertilización fueron Urea y MAP. Se evaluaron tres láminas de riego en base a datos de evaporación libre histórica (4 años) del tanque evaporímetro tipo "A" (Nimmo, 1964). Posteriormente se ajustaron a la demanda atmosférica real. En el sistema de riego superficial se aplicaron láminas de riego que correspondieron al 47 (T1), 63 (T2) y 85% (T3) de la evaporación libre del tanque evaporímetro case "A". El número de riegos varió desde cuatro hasta seis aplicaciones. El primer riego fue el de aniego a los 10 días antes de la siembra (dds), A partir de los 28 dds se aplicaron los tratamientos. El número de auxilios fueron los siguientes: Tratamiento t1 (5 auxilios), t2 (4 auxilios), t3 (3 auxilios). El riego de las parcelas experimentales se realizó con conducción presurizada a través de tubería con un sistema por multicompuertas. En el sistema de riego por goteo subsuperficial las láminas de riego correspondieron 46 (T1), 68 (T2) y 91% (T3) de la evaporación libre del taque evaporímetro case "A". Los riegos se aplicaron con una frecuencia de 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes) y el número de riegos fue igual para todos los tratamientos. Se aplicó un riego superficial (aniego) a los 10 días antes de la siembra (das). Para la aplicación de forma precisa del volumen de agua cada unidad de riego se contó con medidores de presión. Se realizó en el establecimiento una evaluación y prueba de calidad del

sistema, además utilizó un medidor volumétrico previamente calibrado. En los dos experimentos las parcelas experimentales fueron de 24.32 m<sup>2</sup>. La parcela útil fue de 7.6 m<sup>2</sup> para estimar el rendimiento de forraje verde (RFV) (t ha<sup>-1</sup>). La cosecha se realizó cuando el grano se encontraba a un avance de 1/3 de línea de leche, lo cual ocurrió a los 105 dds para gravedad y 109 dds para goteo. Posteriormente, se tomó una muestra de un kilogramo y se secó en una estufa de aire forzado a una temperatura de 65 ° C durante 72 h para determinar el porcentaje de materia seca (PMS) y estimar el rendimiento de materia seca RMS (t ha<sup>-1</sup>). La eficiencia en el uso del agua de riego (EUAR) (kg MS m<sup>-3</sup>) se obtuvo al dividir el RMS en kg MS ha<sup>-1</sup> entre el volumen de agua aplicado (m<sup>3</sup>). Se tomaron datos de altura en cinco plantas al momento de la cosecha. El diseño experimental utilizado en los dos experimentos fue bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se realizó un análisis de varianza con el programa SAS 9.2 bajo los procedimientos GLM y múltiple comparación de medias (LSD) para cada uno de los experimentos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Experimento 1. Sistema de riego superficial.** Las láminas de riego aplicadas fueron de 46.24, 61.8 y 84.2 cm. Estas láminas de riego fueron similares a otro estudio en maíz desarrollado en Turquía en que se aplicaron láminas de riego desde 89 cm hasta los 62 cm, utilizando también la Ev<sub>0</sub> del tanque evaporímetro Clase "A" (Oktem, 2008). La altura de planta tuvo valores diferentes estadísticamente desde 1.66 (T1) hasta 1.86 m (T2). El T2 tuvo el valor más alto (1.86m), los tratamientos T1 y T3 fueron similares ( $P \geq 0.05$ ). En Rendimiento de forraje verde (RFV), los valores fueron desde 32.8 (T3) hasta 49.26 t ha<sup>-1</sup> (t2). El T3 tuvo un valor más bajo pero fue estadísticamente igual a T1 y diferente a T2 ( $P < 0.05$ ). El rendimiento de forraje seco (RFS), presentó valores desde 8.67 (tto3) hasta 13.86 t ha<sup>-1</sup> (tto2). El T2 presentó el mayor valor de RFS, pero fue estadísticamente similar al (T1) para ( $P < 0.05$ ). En eficiencia en el uso del agua de riego (EUAR), los valores de EUAR, variaron desde 1.41 hasta 2.24 kg MS m<sup>-3</sup>. El T3 tuvo un comportamiento similar a los demás tratamientos. La variable de PMS no presentó diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ). Los resultados observados en este experimento 1, indican un incremento en RMS con la aplicación de la lámina de riego en el T2, pero no muestra ningún otro incremento al aumentar la lámina en el T3 tratamiento en el cual tiene mayor números de días el suelo en condiciones de saturación (restricción de oxígeno en la raíz), puede explicar en parte este efecto.

Cuadro 1. Respuesta de variables agronómicas a diferentes tratamientos de riego aplicados con el sistema de riego superficial.

T	Lr	Altura	RFV	MS	RFS	EUAR
#	m	M	ton ha <sup>-1</sup>	%	ton ha <sup>-1</sup>	kg MS m <sup>-3</sup>
1	84.20a	1.66b	43.45ba	27.85	11.91a	1.41 b
2	61.80b	1.86a	49.26a	28.23	13.86a	2.24 a
3	46.24c	1.68b	32.80b	26.43	8.67b	1.87 ba

**Experimento 2. Sistema de riego por goteo subsuperficial.** Se aplicaron láminas de riego de 47, 70 y 93 cm. Estas láminas de riego fueron superiores en T2 y T3 a las aplicadas en el experimento 1, pero siguen siendo similares al estudio en maíz desarrollado en Turkia mencionado previamente. En altura de planta, se presentaron diferencias estadísticas con valores desde 1.38 (t3) hasta 2.05 m (T1). El mayor valor se tuvo en el T1 (2.05 m). El T2 fue similar a los demás tratamientos ( $P \geq 0.05$ ). En rendimiento de forraje verde (RFV), los valores variaron desde 36.77 (t3) hasta 55.08 t ha<sup>-1</sup> (t1). El T2 fue estadísticamente similar a t3 pero diferentes al T1 ( $P < 0.05$ ). En rendimiento de forraje seco (RFS), los valores fueron desde 8.45 (T3) hasta 14.85 t ha<sup>-1</sup>(T1). El mayor RMS lo presentó el T1 (14.85 t ha<sup>-1</sup>), mientras que el T2 fue estadísticamente similar al T3 ( $P < 0.05$ ). Los valores de PMS y EUAR no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ( $P \geq 0.05$ ).

Cuadro 2. Respuesta de variables agronómicas a diferentes tratamientos de riego aplicados con el sistema de riego por goteo subsuperficial.

T	Lr	Altura	RFV	MS	RFS	EUAR
#	m	M	ton ha <sup>-1</sup>	%	ton ha <sup>-1</sup>	kg MS m <sup>-3</sup>
1	93.00a	2.05a	55.08a	26.80	14.85a	1.60
2	70.00b	1.730ba	41.09b	23.10	9.36b	1.34
3	47.00c	1.38b	36.77b	22.42	8.45b	1.80

Las relaciones entre lámina de riego y RFS fueron diferentes en los dos sistemas de riego. En el sistema de riego superficial los mejores rendimientos se obtuvieron con la lámina de riego de 61.8 cm, mientras que en el sistema de riego por goteo subsuperficial se obtuvo con la lámina de riego de 93 cm. Con las láminas de riego bajas (46.2 y 47.00 cm) se obtuvieron RFS similares entre los dos sistemas de riego. Por otra parte, las relaciones entre láminas de riego y EUAR fueron diferentes entre sistemas de riego. En el sistema de riego superficial, la EUAR menor se tuvo con la mayor lámina de riego, mientras que en el sistema de riego por goteo subsuperficial

la EUAR fue similar entre tratamientos. Estas observaciones se pueden asociar con el número, frecuencia de riego y volumen dds; así como perfil de humedecimiento en el suelo generado por cada sistema.

### CONCLUSIONES

En el sistema de riego superficial los mejores rendimientos se obtuvieron con la lámina de riego de 61.8 cm (63 % Evo), mientras que en el sistema de riego por goteo subsuperficial se obtuvo con la lámina de riego de 93 cm (91% de la Evo).

En el sistema de riego superficial, la EUAR mayor se tuvo con las menores lámina de riego (46.24 y 61.80 cm), mientras que en el sistema de riego por goteo subsuperficial la EUAR fue similar entre tratamientos.

### BIBLIOGRAFIA

- Cruz Ch.J.J. Y Núñez H.G, 2012. Efecto del agua aplicada en el rendimiento y eficiencia del Uso del agua en ballico anual, Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED: 618-622
- Kang, S.Z., Zhang. L.Y.L., Hu X.T., Cai, H.J., Gu, B.J. 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the loess Plateau of China. *Agric. Water Manage.* 55, 203-216. FAO. Information System on Water and Agriculture, Aquastat. 2007.
- Karam, F., Breidy J., Stephan G., Roupheal J., 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekka Valley of Lebanon. *Agric. Water Manage.* 63 (2), 125-137.
- Montemayor T. J. A., J. Olague R., M. Fortis H., R. Sam B., J. A. Leos R., E. Salazar S., J. Castruita L., J.C. Rodríguez R. y J. A. Chavarría G. 2007. Consumo de agua de maíz forrajero con riego sub superficial. *Terra latinoamericana* 25: 163 -168.
- Morton, T.G., Gold, A.J., Sullivan, W.M., 1988. Influence of over watering and fertilization on nitrogen losses from home lawns. *J. Environ. qual.* 17, 124–130.
- Nimmo W.H.R. 1964. Measurement of evaporation by pans and tanks. [www. born.gov.au](http://www.born.gov.au) en la red 07/12.
- Oktem A. 2008. Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip – irrigate sweet corn in sustainable agricultural systems.
- SAGARPA. 2012. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Resumen económico de la comarca lagunera 2012. Balance agrícola y producción pecuaria en la comarca lagunera. Torreón, Coahuila. México.



## **PREVENCIÓN ECOLÓGICA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA AGRICULTURA.**

**M.C. Jesús Valero-Garza**

Campo Experimental Santiago Ixcuintla del INIFAP. Santiago Ixcuintla, Nayarit

[valero.jesus@inifap.gob.mx](mailto:valero.jesus@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN.**

En el sistema actual de producción, el intenso laboreo de las tierras, aunado al monocultivo monogenotípico, la búsqueda de la cosecha per última, con base en excesivas aplicaciones de fertilizantes químicos y aplicación de venenos para matar los insectos y plantas no deseadas (conocidas como maleza) (7), actualmente estamos inmersos en un ciclo vicioso interminable, que inicia con la pérdida de la materia orgánica y de la microbiología del suelo, lo que hace que el suelo pierda su estructura, disminuyendo su porosidad, lo que reduce el intercambio de gases en el mismo, la retención de humedad y la reducción de la eficiencia para que la planta use los nutrientes (12), lo que le trae un desbalance nutricional, haciéndola atractiva al ataque de plagas y enfermedades (4) y al presentarse estos patógenos, los técnicos recomiendan el uso de pesticidas, lo que daña a la tierra afectando su ya escasa fertilidad, además de dañar la salud de los trabajadores del campo que aplican estos pesticidas. Con la repetición de este sistema, los patógenos van creando resistencia a dichos pesticidas, lo que causa que se apliquen mayores cantidades de los mismos o se usen pesticidas más potentes (1) y con mayor persistencia en el ambiente, los cuales eliminan a la fauna benéfica, y dejan residuos tóxicos en los alimentos que se producen, lo que finalmente, afecta la salud de los consumidores de dichos productos.

Según la OMS, cada año en el mundo se presentan 2'900,000 intoxicaciones agudas y 300,000 muertes por causa de los plaguicidas (Dra. Luz Ma. Cueto, Toxicóloga del IMSS en Guadalajara, Jalisco. (6))

En México, cada año se presentan 13 mil intoxicaciones agudas y más de 700 defunciones por causa de los plaguicidas (8) y se incrementó el Cáncer, la Anemia Aplástica, y la Leucemia, así como otras enfermedades relacionadas con los pesticidas, especialmente en La Laguna, Cd. Delicias, Chih., Cd. Obregón, El Soconusco y Los Valles de Sinaloa, además de las regiones cafetaleras de Veracruz y las regiones plataneras de Tabasco. (6)

Desde 1940 Howard, nos dejó indicaciones, diciendo que “en un suelo sano, la planta es sana” y “sobre una planta equilibrada la plaga se muere de hambre” explicando que en una planta equilibrada no hay acumulación de excedentes de nutrientes, por lo que los patógenos no tienen que comer y no pueden reproducirse (10).

Después, en 1967, Caboussou (3) nos dice que “Las defensas orgánicas de los vegetales están determinadas por una nutrición equilibrada, la cual impide la acumulación de sustancias nutritivas (azúcares y aminoácidos libres) en la savia o el citoplasma”. Resalta que los propágulos de los hongos y los virus no tienen reservas y necesitan, para subsistir, una planta con acumulación de aminoácidos y azúcares libres. También indica que los insectos son ineficientes en la proteólisis por lo que necesitan plantas desequilibradas en su nutrición para alimentarse.

Por esto, el balance nutricional en la planta la hace **no** preferible a los ojos de los insectos, ya que éstos buscan plantas con excesos de azúcares y aminoácidos libres.

En definición, la agricultura orgánica es un sistema de producción integral, basado en la diversidad de especies en producción, que utiliza insumos naturales, tierras de calidad o reconstituidas, prácticas de labranza y conservación de agua y suelo, prevención ecológica de plagas y enfermedades, entre otras prácticas, manteniendo un alto nivel de reciclaje de los materiales empleados, minimizando insumos externos; sin riesgo de intoxicación para los trabajadores, sin usar aguas negras ni grises, sin radiación en post-cosecha, sin *Organismos Genéticamente Modificados* y sin dejar residuos tóxicos en los alimentos. (10 y 11)

Los principios de la agricultura orgánica se basan, como ya hemos dicho, en la diversidad de especies, las cuales se encuentran asociadas en el mismo espacio y tiempo, con una rotación adecuada de las mismas, para romper el ciclo de los patógenos y para la atracción de organismos benéficos que controlen las poblaciones de los patógenos, para no usar venenos, y sobre todo, con suelo vivo, rico en materia orgánica y microorganismos, que le dé a la planta un adecuado balance nutricional.

Como dijo Howard, (10) en un suelo sano, las plantas son sanas; en un suelo sano, el humus (materia orgánica descompuesta) tiene un efecto positivo, se incrementa la actividad microbiana, produciendo antibióticos y hormonas, entre otras sustancias, generando resistencia

contra nematodos y otros patógenos del suelo, activando la microbiología del suelo, propiciando una óptima aireación y abastecimiento de humedad a la planta, con lo que se inicia el adecuado balance nutricional para la planta y la prevención de las plagas y las enfermedades.

## **DIEZ PRINCIPIOS ECOLOGICOS PARA LA PREVENCIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LA AGRICULTURA**

### **I. Abonar el suelo:**

Abonar la tierra, para recuperar su materia orgánica y la vida microbiológica; hasta llevarla a los 4.5 o 5.0 % de materia orgánica, con el propósito de aumentar su fertilidad y la población de microorganismos. Aplicando estiércol, composta o abonos verdes

### **II. Romper el suelo, no voltearlo:**

Romper el suelo, para no dañar la vida microbiológica aeróbica de la primera capa del suelo, además para propiciar la formación de poros en el suelo y aumentar la aireación, la velocidad de infiltración del agua y la retención de humedad del suelo.

### **III. Proteger el suelo de sol:**

Cubrir el suelo, (*Agricultura con Sombrero*) para que no se quemee con los rayos ultravioleta, evitando la pérdida de materia orgánica, humedad y de la microbiología. Usando la labranza mínima, con cobertura vegetal muerta; incorporación de las malezas (cortarlas a la floración) y no sacarlas de la parcela, dejándolas donde están; siembra cercana, para que pronto cierre el dosel (cuando las hojas se tocan).

### **IV. Asociación y rotación de cultivos:**

Asociación y rotación de cultivos, para romper el ciclo de las plagas y las enfermedades usando:

- a. Plantas compañeras que repelan a las plagas y a las enfermedades
- b. Plantas compañeras que sean trampas atrayentes para plagas y enfermedades y así poder controlarlas fuera del área del cultivo principal.
- c. Sucesión de plantas: de las que producen tubérculos a aquellas que son de hoja, a plantas que producen frutos aéreos, a plantas que sus frutos son la inflorescencia terminal, y así sucesivamente (9).

**V. Generación de un hábitat propicio para la fauna benéfica:**

Enemigos naturales de las plagas. En la etapa de transición de la agricultura con exceso de agrotóxicos a la agricultura orgánica se hace necesario ir restableciendo el equilibrio ecológico del agroecosistema y el balance nutricional de la planta, si esto no se logra las plagas y las enfermedades seguirán causando grandes daños económicos al sistema de producción.

El uso de fauna benéfica de laboratorio (parasitoides, depredadores, hongos, virus y bacterias), es una alternativa viable, en él se usan bacterias como *Bacillus thuringiensis*, los virus como los de la poliedrosis nuclear (NPVs), el de la granulosis (GVs), el de la poliedrosis citoplasmática (CPVs) el entomopox (EPVs) que se usan contra lepidópteros; hongos como *Beauveria bassiana*, el *Metarhizium*, el *Hirsutella* y el *Verticillium*, *Trichoderma* y *Paecilomyces*; también hay una serie de insectos parasitoides como las avispidas *Trichogramma parásitica*, *Aphidius colemani*, *Encarsia formosa* y otra diversidad de insectos que son depredadores, sin duda excelentes alternativas para producir cosechas libres de pesticidas y de daños por plaga; pero, a su vez, este sistema genera una dependencia hacia quienes realizan la cría masiva de estas especies.

Aun así, la recomendación es que se compren en una o dos ocasiones y se genere un hábitat adecuado para que el organismo benéfico se conserve, estas especies son de amplio espectro y controlan una gran diversidad de plagas.

**VI. Conservar el suelo y evitar la erosión:**

Conservar el suelo formado y prevenir los efectos de la erosión usando:

- a. Cobertura del suelo.
- b. Curvas de nivel.
- c. Curvas a ligero desnivel (1 %)
- d. Terrazas, etc.

Después de invertir tanto en la recuperación del suelo, es fundamental que no se permita una nueva erosión.

**VII. Descansar el suelo cada siete años.**

En Levítico 25:4, dice: *El séptimo día la tierra tendrá descanso*, no dice si podemos dejarla descansar, sino que da un mandato imperativo.

Los beneficios de descansar la tierra son evidentes y cualquier agricultor nos puede decir, que al descansar la tierra, ésta se reconstituye y produce mejor al siguiente año.

### VIII. Trabajar con los ciclos lunares

Ya que al seguir el ritmo de la naturaleza todo lo que hagamos se encontrará con condiciones adecuadas para su desarrollo.

Cuando la luna se encuentra en su fase inicial, luna nueva, la savia de las plantas se encuentra principalmente en la raíz, al subir la luna a cuarto creciente, la savia de la planta sube a través de los tallos; cuando la luna llega a estar llena, la savia de las plantas se encuentra principalmente en las hojas, flores y frutos, en la copa de los árboles, después cuando pasa a cuarto menguante, la savia comienza a bajar por los tallos y al final de este ciclo cuando la luna está en su fase que se le conoce como nueva (es decir, no se ve), la savia de la planta está nuevamente en la raíz.

Todo esto tiene efecto en el desarrollo de la planta y las labores que se realicen deben ser congruentes con el movimiento de la savia en la planta.

Por ejemplo, para preparar el suelo y abonar para la siembra se recomienda hacerlo cuando la luna está en cuarto menguante; para sembrar las especies que son tubérculos, se recomienda hacerlo cuando la luna está en cuarto menguante, pero las especies que son granos básicos y frutas entre cuarto creciente y luna llena. A su vez, se recomienda cortar las malezas de cuarto menguante a luna nueva, para que éstas no tengan energía para recuperarse. Cuando se cosecha para vender peso de fruto, se recomienda cosechar en luna llena, cuando se venden grados brix (dulce o energía) se recomienda cosechar en luna nueva.

### IX. Conocer al enemigo

Hay que saber cómo, dónde y de qué vive y también quiénes son sus enemigos; *por ejemplo la moquita blanca*, en Nayarit, se identifican, tres diferentes especies de este insecto: *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisa tabaci* y *Bermisia argentifoli*. Se le denomina así por sus dos alas de color blanco, no supera los 2 mm de longitud. Las alas le sirven para desplazarse de una planta a otra con relativa facilidad; durante el invierno se encuentra de forma fija en el envés de las hojas. Es atraída por el color amarillo y verde claro. Se nutre de hojas y de las partes jóvenes de las plantas. La reproducción se realiza por huevecillos, que pone en el envés de las hojas, en una cantidad aproximada de 180 a 200, de color

blanco-amarillento y de tamaño muy diminuto. A simple vista se ve como una pequeña cantidad de polvo blanco.

#### X. Siempre tener buen ánimo (energía positiva) cuando vamos a la parcela.

El ánimo negativo se contagia, también a las plantas y a su vez, el ánimo propositivo también se contagia, es por eso, que **no** hay que ir de mal humor, o enfermo a la parcela, porque las plantas lo sienten y no producen bien; incluso, cierto grupo de agricultores no permiten que las mujeres en los días de su período menstrual, vayan a la parcela, porque su malestar afecta a la plantas.

Estos son los principios que han dado resultado para tener éxito en la agricultura ecológica en México, sobre todo en la prevención de las plagas y las enfermedades de los cultivos en producción (Valero G. J., 2006).

### BIBLIOGRAFÍA

- Bejarano G., F. (2003), La espiral del Veneno, Guía Crítica ciudadana sobre plaguicidas. Red de Acción sobre plaguicidas y alternativas en México, pp 55
- Benzing, A. (2001), Agricultura Orgánica, Fundamentos para la región andina, Alemania, pp 59-61
- Chaboussou F. (1967). La tophobiose ou les rapports nutritinnels entre la plante-hôte et ses parasites. "Ann. Soc. Ent. Fr.", 3(3), pp 797-809.
- Chaboussou F. (1972). La trophobiose et la protección de la plante. "Revue des Qustion Scientifiques", Bruxelles, t. 143, No.1 p. 27-47 y No. 2, pp 175-208.
- Colborn, T., J. Peterson M, and D. Dumanouski. 2001. Nuestro futuro robado. Ed. Ecoespaña. Madrid España. 559 p.
- Cueto, ML. (1994), En el video, "Huicholes y Plaguicidas", de Patricia Díaz Romo, del Instituto Nacional de Salud Pública, Centro Nacional de Producción Audiovisual, México. D.F.
- Dufrénoy J. (1936). Le traitement do sol, désinfection, amendement, fumure, en vue combattre chez les plantes agricoles les de grande culture les affections parasitaires et les maladies de carence. Ann. Agron. Suisse, pp 680-728
- Educación Médica Continua S.A. de C.V., 2003, Tu Salud, Intoxicación por productos agrícolas, <http://www.tusalud.com.mx/120666.htm>
- Jeavons, J. (1991). Cultivo Biointensivo de Alimentos, Ecology Acción of the Mid-Penninsula, Traducción por Gerardo Alatorre FrenK, CA. USA, 204 p.
- Restrepo, J. (1997) Manual de Curso taller de Agricultura orgánica, en el Ocotal, Edo. de Méx. Junio 1997, p 17.
- Silguy Dec.(1991) L' Agricultura Biologique Collect. Que sais de? Pres universitaires de France.
- Valero G., J. (1997) La Agricultura orgánica, la esperanza para la agricultura queretana. Boletín No. 2 de la Fundación Produce Querétaro. P 8.
- Valero G., J. (1999). Control Natural de Insectos. Periódico Info Produce Querétaro, Año 2, No. 11 Marzo 1999. p 1.
- Vanden Bosch, R. (1993). La conspiración de los pesticidas, Red de acción en Alternativas al uso de los agroquímicos (RAAA) Lima, Perú 1993, original en ingles 1978.

## MANEJO ORGANICO DEL NOGAL PECANERO

José Heriberto Aguilar Pérez\*

Asesor Técnico Especializado. Zaragoza, Coah.

### Importancia del nogal en México

Con datos al cierre de 2013, tenemos que hoy el país cuenta con una superficie del orden de 103,866 hectáreas establecidas con nogal, de las cuales se encuentran productivas alrededor de 72,563 hectáreas, que han permitido lograr un volumen de producción de 107 mil toneladas de nuez (SIAP 2013). El rendimiento promedio por hectárea a nivel nacional es bajo (1.4 t por ha).

### Requerimientos de la producción vegetal orgánica

De acuerdo al Reglamento (CE) 834/07, al Programa Nacional Orgánico (NOP) de EEUU, y al JAS (Japón), la agricultura orgánica evita plaguicidas sintéticos y fertilizantes minerales fácilmente solubles, protege el medio ambiente y promueve la biodiversidad para producir alimentos saludables, también recicla nutrientes y usa métodos adaptados a las condiciones locales.

En la agricultura orgánica se tiene que conservar o mejorar la fertilidad del suelo y evitar la erosión. Para cultivos anuales, se debe usar una amplia rotación, incluyendo leguminosas para asegurar la fijación biológica de nitrógeno. Para cultivos perennes, deben sembrarse leguminosas u otras especies como cultivos alternativos o como coberteras en las calles, donde sea posible puede aprovecharse la maleza nativa como cobertera natural o también se puede usar abonos orgánicos para mantener la fertilidad del suelo:

Tipo de abono (estiércol)	Permitido según:	
	Reglamento UE y JAS	NOP
De unidades orgánicas de crianza de animales	Sí	Solo después de someterlo a compostaje
De unidades convencionales (no ganadería industrial)	Sí	
De unidades de producción animal industrial	No	

En la agricultura orgánica no se permiten fertilizantes nitrogenados sintéticos ni superfosfato; el cloruro de potasio (de fuentes minadas) es permitido solo por el JAS. La roca fosfórica, el

sulfato de potasio, y elementos menores particulares pueden usarse, en caso de que el análisis de suelo u hoja demuestren deficiencias del respectivo nutriente. La fertilización orgánica e inorgánica no debe exceder los requerimientos del cultivo.

#### Sanidad :

En cuanto a la sanidad vegetal no se permite el uso de herbicidas, insecticidas y fungicidas sintéticos. Las plagas y las enfermedades se deben prevenir usando especies y variedades resistentes, rotación de cultivos, (donde es posible) y promoviendo la actividad o el uso de los enemigos naturales. Solo después de haber tomado estas medidas preventivas, se pueden usar solo aquellas sustancias naturales o minerales, que se mencionan en el Anexo II del Reglamento (CE) 889/08, Anexo 2 de la Notificación 1605 (JAS), y en la Lista Nacional de NOP respectivamente. El NOP permite el uso de herbicidas botánicos, mientras estén aprobados en la Lista Nacional.

#### Período de conversión:

Una (huerta) convencional tiene que pasar por un tiempo de conversión, antes de poder vender sus productos como orgánicos. Durante este tiempo, se tienen que respetar todas las reglas de la producción orgánica:

#### Documentación:

Antes de realizarse la primera inspección, la huerta tiene que presentar un plan de manejo orgánico a la agencia certificadora; este plan tiene que ser actualizado anualmente. Se debe llevar un diario (bitácora) de producción, en el cual se registran las principales actividades en cada lote. Se deben archivar las facturas de la compra de fertilizantes, plaguicidas, semillas etc. y se deben documentar las cantidades cosechadas de cada cultivo.

### **Producción de nuez orgánica**

La creciente fobia de los productores al uso de agroquímicos, es una de las principales razones que han determinado que se tenga un avance en los cultivos orgánicos. Otra razón más es la contaminación de mantos acuíferos y suelos, pérdida de biodiversidad y degradación ambiental. De acuerdo a lo publicado en 2007 por el Directorio de agricultores orgánicos en México, en lo referente a los productos y productores orgánicos mexicanos, en Chihuahua hay tres agricultores orgánicos dedicados a la producción de nuez pecanera, encontrándose todos en la etapa de transición y sumando una superficie total 140 ha hasta 2005. En el estado de Coahuila se tienen 280 ha certificadas con la empresa QAI de E.U. (2010), las que se localizan 70 en el municipio de Piedras Negras, 100 en el municipio de Morelos, y 110 en Allende, además se



tienen en transición otras 435 ha en el norte y 60 ha en el centro del estado. Hasta ahora no se conoce de más huertas que se dediquen a la producción de nuez orgánica en México, por lo que la nuez que se produce y se comercializa en nuestro país con toda seguridad contiene un elevado índice de residuos tóxicos. Los productores que han aceptado la filosofía orgánica dicen que estaban matando a la Tierra con los herbicidas y agroquímicos. En varias huertas de la región norte de Coahuila los agroquímicos y herbicidas dejaron de tener los efectos positivos anteriores, durante los últimos ciclos los productores se dieron cuenta que es muy dudoso que el uso de los agroquímicos sea la solución para todo. Algunos de ellos están cambiando a lo orgánico, pues entendieron que con los agroquímicos están esterilizando la tierra e intoxicando a los árboles.

### **Efectos de los plaguicidas en la salud pública**

Debido a los efectos intergeneracionales de los productos peligrosos altamente tóxicos como los plaguicidas organoclorados (Ocs) y organofosforados (OP) en los seres humanos, se tienen implicaciones a gran escala para la salud pública, ya que interfieren con funciones tan básicas para la vida humana. En las nuevas disposiciones en USDA y FDA se está requiriendo que los alimentos de exportación, incluidos el maíz, algodón, **Nuez**, manzana, chile, etc., lleven un certificado de inocuidad y trazabilidad demostrando que no contengan restos de pesticidas, metales pesados o enfermedades como *Salmonella sp.*, *E. coli* y coliformes fecales. Estas bacterias son las que más comúnmente se asocian con la contaminación en alimentos y pueden ser encontradas en los desechos animales que muchas veces se usan como fertilizantes. Por ejemplo, en nogal aplicar solo antes de la brotación. La certificación del USDA para huertas orgánicas indica la prohibición de aplicar estiércol 120 días antes de la cosecha.

### **Cultivos Intercalados**

Durante el año de establecimiento y durante varios años más es posible y conveniente utilizar cultivos en las calles, entre las hileras de árboles, incluso antes de plantar. En esta región se ha utilizado la siembra de trigo, sorgo, avena y hortalizas, mientras que en otras regiones se ha intercalado cultivos como soya, algodón y otros. También es recomendable la siembra de trébol para que se establezca desde los primeros años y posteriormente pueda aprovecharse la fijación de nitrógeno atmosférico que esta especie lleva a cabo. Con esto se cumple uno de los principios de esta filosofía, que es la de favorecer la diversidad del ecosistema.

## **Nutrición**

Anteriormente y todavía ahora bajo un manejo convencional, en el año de plantación no se recomienda aplicar algún fertilizante al suelo, a menos que los arbolitos desarrollen brotes de más de 30 cm. Sin embargo, con la aplicación de insumos orgánicos se tiene evidencias de que los arboles pueden desarrollar un mejor vigor. Los nogales en atapa productiva requieren una serie de elementos nutritivos para su crecimiento y óptima producción. El elemento más importante para la vida de las plantas es por mucho, el nitrógeno. Forma parte de la estructura de los aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, coenzimas y cofactores. Los laboratorios que procesen insumos para su uso en la agricultura orgánica deben utilizar solo la hidrólisis enzimática para la obtención de aminoácidos. Éste es el único proceso permitido por el Reglamento 2092/91, que regula los insumos en agricultura orgánica. La incorporación de aminoácidos a las plantas puede producirse por vía foliar o radicular. Las fuentes de nitrógeno a utilizar en la producción orgánica pueden ser biofertilizantes orgánicos elaborados a base extractos de algas marinas, extracto de pescado, guano de murciélago y de aves marinas, humus de lombriz, extractos de frutas e hidratos de carbono vegetal, extracto de *Yucca*, la siembra de cultivos intercalados con especies leguminosas con alta capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico, micorrizas del género *Glomus*, compostas enriquecidas con bacterias fijadoras de nitrógeno como *Azospirillum* y *Rizhobium*, fortificados con micronutrientes provenientes de rocas minerales, más microorganismos (actinomicetos) naturales que aporta el humus, entre otros.

## **Manejo de la Materia Orgánica (M.O.)**

Cuanto menor sea el contenido de M.O. en el suelo, mayor será la necesidad de aplicación de insumos. Un buen nivel de materia orgánica también ayuda a disminuir la compactación y la erosión del suelo. Se estima que por cada 1 % de aumento en la M. O. se incrementa un 12 % en el rendimiento. La M.O. puede provenir de fuera de la huerta mediante la aplicación de estiércol, o bien del interior de la huerta (reciclaje), ya sea producida por los mismos árboles después de la cosecha, con el aprovechamiento de lo que en algún momento se considera como “desperdicio”, como son los residuos vegetales (rueznos, cáscaras, palos y hojas). Así también, los residuos de poda que se obtienen mediante la trituración de ramas, o por la cubierta vegetal natural o residuos de cultivos intercalados sembrados entre las hileras de la huerta.

### **Humus de Lombriz**

Otra forma de proporcionar los elementos nutritivos a los nogales o fertilizar en forma natural este cultivo es mediante la utilización del humus. La descomposición inducida de la M.O. puede ocurrir en un lapso de unas cuantas horas. El humus está compuesto de ácidos húmicos y fúlvicos, enzimas, hormonas vegetales, vitaminas, y minerales: N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn, etc.; y un alto contenido de microorganismos. Hasta el momento se tiene experiencias de aplicación del humus sólido preferentemente en árboles enfermos, estresados o débiles en donde se ha comprobado que no sólo es un excelente fertilizante orgánico, sino que además posee una serie de propiedades que permiten su uso como mejorador o sustrato para inocular microorganismos, e incluso biorecuperador de suelos contaminados.

### **Fijación de Nitrógeno atmosférico**

Las principales formas de mantener suficiente nitrógeno en el suelo son la aplicación de fertilizantes nitrogenados y la fijación biológica. Los procesos naturales de fijación biológica del N<sub>2</sub> (FBN) juegan un importante rol en la activación de los sistemas agrícolas sustentables por su beneficio ambiental. Uno de los géneros más importantes utilizados en la biofertilización a diferentes cultivos es *Azotobacter*. Algunos autores reportan que es capaz de fijar de 20 a 30 kg de N ha<sup>-1</sup> año, pero tanto *Azotobacter* como *Azospirillum* en determinadas condiciones su efecto benéfico no se debe solamente a la cantidad de N<sub>2</sub> atmosférico fijado, sino a la capacidad de producir vitaminas y sustancias estimuladoras del crecimiento (ácido indolacético, ácido giberélico, citoquininas y vitaminas) que influyen directamente en el desarrollo vegetal.

En nogal estos microorganismos se aportan mediante la aplicación de productos formulados denominados como; biofertilizantes, activadores fisiológicos orgánicos, enraizadores, bioestimulantes, enmiendas y mejoradores. Otra forma de obtener el beneficio de estos microorganismos, es con la inoculación y siembra de cultivos intercalados, como lo hace una huerta comercial (Cuajomulco) certificada como orgánica, en el municipio de Morelos, Coahuila en la región "Cinco Manantiales". En donde se ha sembrado una mezcla de rye grass con trébol (gramínea + leguminosa).

### **Las ectomicorrizas en nogal**

El nogal pecanero tiene una asociación en las raíces alimentadoras con hongos benéficos altamente especializados. Esta colonización en las raíces es llamada micorrizas (hongo-raíz), y debe ser considerada como un elemento esencial en el marco de la agricultura sustentable, para promover el óptimo abastecimiento de agua, nutrientes, sanidad y productividad en el

nogal. Las raíces micorrizadas por *Scleroderma bovista* son menos sensibles a las enfermedades, pues este hongo benéfico produce antibióticos. *Pisolithus tinctorius* favorece la absorción de zinc. Otros hongos que han sido reportados asociados con el nogal son los géneros *Astraeus*, *Gyrodon* y *Russula*.

### **Manejo orgánico de plagas y enfermedades**

El combate de insectos se realiza mediante el uso del control biológico con plaguicidas microbiales a base de hongos entomopatógenos, nematodos, bacterias y/o virus, y mediante la liberación de insectos benéficos y productos de origen natural/orgánicos (extractos vegetales). Las principales enfermedades se previenen y controlan con fungicidas biológicos y orgánicos. Para el caso de la pudrición texana se utilizan la bacteria *Bacillus subtilis*, y el hongo *Trichoderma harzianum* en combinación con bioactivadores y enraizadores orgánicos que contienen humus de lombriz. Las prácticas de cultivo de un manejo bio-racional incluyen los policultivos, en el caso del nogal, si en las altas densidades de plantación no es posible por las distancias utilizadas, cuando menos se debe usar un cultivo de cobertera o bien manejar las coberteras naturales que ayude a diversificar y enriquecer la biodiversidad de este pequeño eco-hábitat, usar los llamados cultivos trampa que atraen a las plagas hacia otras plantas para que no ataquen al nogal y el uso de medidas mecánicas/físicas en vez de químicas.

**Control Biológico.** El control biológico representa una alternativa muy eficaz en el control de pulgones y barrenadores, con la que se han obtenido excelentes resultados a nivel comercial en el norte de Coahuila. Para esto se ha utilizado los depredadores Crisopa (*Chrysoperla rufilabris*) y la catarina (*Hyppodamia convergens*), los cuales son de fácil aplicación (liberación), sin provocar contaminación ambiental y a menor costo que con la aplicación de insecticidas. Entre los depredadores que tiene como parte del control biológico natural se encuentran las catarinitas de los géneros *Harmonia*, *Olla*, *Hippodamia*, *Scymnus*, así mismo se complementa con la acción de chinches asesinas, arañas y moscas sírfidas, entre otras. El control biológico natural de los barrenadores se complementa con la liberación del parasitoide *Trichogramma* spp. en dosis de 25,000 hasta 80,000 por hectárea, con las que es posible obtener un parasitismo de 30 – 60% de acuerdo con reportes en el estado de Chihuahua.

### **Enfermedades del nogal pecanero.**

Las huertas de nogal en México establecidas predominantemente en regiones de clima seco y escasa precipitación pluvial. la enfermedad más importante es la pudrición texana; Sin embargo, en

Nuevo León y el norte de Coahuila, además de la pudrición texana, las enfermedades foliares y del fruto como han adquirido importancia en los últimos años.

Para controlar la Pudrición Texana debe realizarse un **Tratamiento Orgánico** que consiste en lo siguiente: En los árboles con síntomas de leve a medio se deberá podar el 30 % de la copa y aplicar el equivalente a 1-2 Kg de composta por m<sup>2</sup> del área de goteo del árbol enfermo, después agregar un biofertilizante/activador fisiológico orgánico, en forma líquida, que los hay a base de extractos de algas marinas, yuca, ácidos fúlvicos y húmicos de lombriz, dextrinas, polisacáridos naturales (piloncillo y melaza), y micro nutrientes minados y enzimizados en forma natural. Puede aplicarse también un inoculante con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, enraizador biológico, y solubilizador de fósforo, que contenga además de las bacterias *Azospirillum*, *Rhizobium*, los hongos benéficos *Bacillus subtilis*, *Trichoderma* y Edomicorrizas del tipo *Glomus* sp., que pudiera aplicarse con el riego, pero al ser necesario su aplicación en forma localizada se podrá aplicar al suelo mediante aspersión e incorporación antes del riego. Para los árboles con síntomas muy avanzados se debe inyectar al suelo un fungicida orgánico para uso en suelo que debe contener esporas y conidias del hongo *Trichoderma harzianum*, de una cepa altamente agresiva y adaptación a condiciones cálidas.

### **Enfermedades foliares y del ruezno**

Entre las enfermedades del follaje que se presentan en el norte de Coahuila, con mayor frecuencia e intensidad se encuentran la mancha vellosa (*Mycosphaerella carygena*), el chamusco y la roña (*Cladosporium carygenum*). Comúnmente el término "enfermedad del ruezno" se usa con frecuencia en nogal para señalar un ennegrecimiento del tejido que se inicia en la punta del ruezno inmaduro y se le conoce como "muerte regresiva del ruezno" o en el extremo del pedúnculo del racimo y se le conoce como "tizón del pedúnculo". Además de tener buena iluminación y una adecuada aireación, el uso de fungicidas es imprescindible. El programa recomendado para el manejo de las enfermedades consiste en cuatro aspersiones de fungicidas orgánicos con: Big bang-Fractal-Fungus CE-Fractal.

Los resultados del manejo orgánico del nogal pecanero en comparación con el convencional indican que es posible lograr y mantener buenos rendimientos, calidad y sustentabilidad, de manera más económica y ecológica. En el año 2012, de muy alta producción, donde los productores convencionales sufrieron para vender a precios entre \$ 35 y 50 por kg en promedio. En ese ciclo la nuez orgánica se vendió a 8 Dlls por lb sin cáscara, lo que considerando el tipo

de cambio de ese periodo, resulta en un precio de \$ 114.6 por Kg con cáscara. Obviamente no todo se vende igual, pero asumiendo que las de menor calidad se vendan a \$ 80 a 100 por kg, sigue siendo superior a la convencional.

### **Impulso Federal**

El 7 de febrero de 2006 en el Diario Oficial de la Federación la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación emite el decreto por el que se expide la ley de productos orgánicos artículo único. Para terminar de fortalecer el impulso a la producción orgánica en México, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), con fundamento en los artículos 1, fracción II, 13, 14, 15 y 16 de las Reglas de Operación del Programa de Productividad y Competitividad Agroalimentaria, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 2013, se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Productividad y Competitividad Agroalimentaria, (Reglas de Operación 2014) en el cual se contempla el Componente Certificación para la Productividad Agroalimentaria de cuyo objeto es fomentar la certificación, acreditación, verificación y/o pruebas de productos orgánicos, así como el etiquetado y uso del Distintivo Nacional de los Productos Orgánicos para impulsar la competitividad de los mismos en el mercado nacional e internacional, consolidando la productividad y rentabilidad del sistema orgánico en México. Algunas de las normatividades reconocidas a nivel internacional son: el NOP - 7 CFR Parte 205 (Programa Orgánico Nacional) del USDA, El Reglamento (CE) NO 834/2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos de la Unión Europea, El JAS, Estándares Agrícolas de Japón para las plantas orgánicas (Notificación N ° 1605 del Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca, de 27 de octubre de 2005). En México se encuentran establecidas varias Agencias Certificadoras. Entre las principales agencias que operan en el país se encuentran; CERES, IMO Control, OCIA, BioAgricert, Certimex, BCS-OKO Garantie y Metrocert.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Aguilar, P. H. 2006. Alternativas para el control de la mancha vellosa del nogal en el norte de Coahuila. Memoria de Reunión Científica. INIFAP-CIRNE.
- Aguilar, P. H. 2007. Efectividad de productos orgánicos y hongos entomopatógenos para el control de plagas del nogal. Desplegable para productores N° 12. INIFAP-CESAL-Sezar.
- ASERCA-SAGARPA 2007. Análisis y perspectivas de los mercados nacionales e internacionales.
- Alarcón, A. y R. Ferrera. 2000. Biofertilizantes: Importancia y utilización en la agricultura. Agric. Tec. Mex. 26(2): 191-203.
- Beijerinck, M. W. 1901, *Azotobacter genus*. (Type genus of the family *Azotobacteraceae* Pribram 1933 [Approved Lists 1980]).

- CERES. Certification Environmental Standards GmbH. 2009. Breve introducción a los requerimientos de la producción vegetal orgánica.
- Crespo, H. R.R., Romero, F. O.L. y M. E. González. 2012. Producción de humus de lombriz en Cuba. Aplicaciones y Resultados. Universidad de las Ciencias Informáticas.
- DOF (Diario Oficial de la Federación), 2006. *Decreto por el que se expide la Ley de Productos Orgánicos*. Martes 7 de febrero de 2006, Primera Sección.
- Gómez Cruz, M.A., et al., 2009. *Agricultura, Apicultura y Ganadería Orgánicas de México 2009. Estado actual – Retos - Tendências*. Ed. UACH y CONACYT, 110p.
- González, Ch., B.P., Ojeda, B. D. L., Hernández, R. O. A., Martínez, T. J. y A. Nuñez B. 2009. Ectomicorrizas en nogal pecanero. En *Tecnociencia Chihuahua*. Vol. III, No. 3. Septiembre-Diciembre, pag. 138-146.
- Itzigsohn, R.; Burdman, S. y Okon, Y. 2000. Plant growth promotion in natural pastures by inoculation with *Azospirillum brasilense* under suboptimal growth conditions. *Arid Soil research and Rehabilitation* 13: 151-158.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo. Sagarpa. Gobierno Federal.
- Tarango, R. S.H.; Macías, B.C., L.; A. Alarcón, J., Pérez, M., 2004. Colonización micorrízica, crecimiento y concentración foliar de nutrimentos en nogal pecanero y pistachero. *Agríc. Téc. Méx.* 30(2), 191–203.

## MAICES DE ALTA CALIDAD EN LA COMARCA LAGUNERA CONOCIMIENTO DE PRODUCTO “EL INICIO DE UNA BUENA COSECHA”

**Armando Zavala Gómez**

Dupont Pioneer hybrid seed for agriculture. Torreón, Coah.

Dupont Pioneer entiende que para ser competitivo es importante, hoy más que nunca, que el agricultor comprenda las herramientas y productos que están a su alcance.

En La Laguna tenemos un compromiso con nuestros clientes de desarrollar información técnica y reforzar sus necesidades fundamentales, buscando siempre minimizar los riesgos en los factores de producción que interactúan con nuestra genética.

Por lo anterior cada híbrido que Pioneer pone al mercado de forma comercial tiene su recomendación de la mejor fecha de siembra, densidad de población, fertilización óptima, cosecha oportuna para buscar siempre altos rendimiento de materia seca, la mejor calidad nutricional y el rendimiento de litros de leche por hectárea.



El agricultor que busca el éxito en sus cosechas, es aquel que parte de un plan de siembras y un objetivo de producción, es decir: ¿Qué busca? ¿Y qué tiene?

En el mercado de Forrajes Existen dos objetivos de producción

**Venta (Volumen)**

**Autoconsumo (Alta calidad)**

Por lo cual es importante conocer el híbrido

El éxito del agricultor, es el éxito de nosotros. Hace cuatro años iniciamos con un plan de ir clasificando nuestra genética para el mercado de forrajes por su Origen, Ciclo Vegetativo, Tipo de Cruza, Potencial de Rendimiento de Materia seca y litros de leche por ha.



### 1. Clasificación por Origen Del Híbrido.

ORIGEN	PORTAFOLIO	
Templados Alta Calidad		
Subtropical Blancos Y Amarillos		
		
Tropicales Blancos		
Tropicales Amarillos		

Los híbridos de maíz pueden ser creados con la combinación de líneas de origen Templado, Subtropical y Tropical, por lo cual es de gran importancia conocer la combinación de cada híbrido que nuestros clientes van a sembrar para entender cada nicho de siembra a través del tiempo.

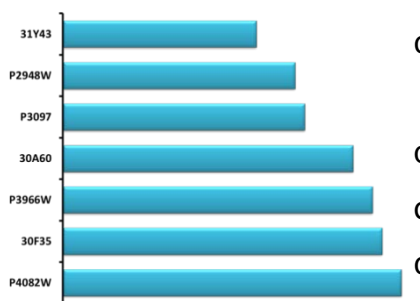
En la Laguna la estrategia de siembra es primordial ya que, aun cuando se pueden sembrar los tres orígenes es importante entender el comportamiento del clima en la zona para minimizar el riesgo de adaptabilidad.

Recordemos que en la Laguna podemos sembrar desde marzo hasta mitad de agosto. Inicialmente tenemos un clima Templado, pudiendo sembrar este tipo de Híbridos hasta mediados de Abril.

Los híbridos subtropicales (combinación Subtropical – Subtropical) son los que mejor se adaptan a los cambios extremos del clima característico de la región. Mientras que los híbridos tropicales se adaptan mejor a siembras de Abril hasta mitad de julio.

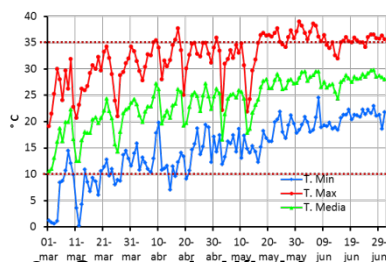
### 2. Ciclo Vegetativo del Híbrido.

Es el tiempo que dura el híbrido desde su siembra hasta su etapa de corte, para el caso de forrajes es un abanico muy abierto hablar de días después de la siembra ya que el tiempo es influenciado por el ambiente, La fecha de Siembra, etapa de corte (Estado de madurez).



En el mercado de Forrajes existen híbridos de ciclo precoz, intermedio y tardío

El entendimiento de unidades calor o grados día, que requiere cada híbrido para llegar a nuestro objetivo de corte nos ayudara tener un plan de una cosecha oportuna para incrementar el contenido de almidón (grano en el forraje) y con ello la



### 3.- Cruzas de Híbridos.

Ciclo	Híbrido	F. D. S	Días a Corte	Unidades Calor	Etapa de Corte	% de MS
Precoz - Intermedio	31Y43	15-mar	105	1450	1/3	34
Intermedio	30A60	15-mar	110	1550	1/3	34
Intermedio - Tardío	P4082W	15-mar	116	1650	1/3	34
Precoz - Intermedio	31Y43	10-abr	95	1450	1/3	34
Intermedio	30A60	10-abr	99	1550	1/3	34
Intermedio - Tardío	P4082W	10-abr	104	1650	1/3	34

Es posible formar varios tipos de híbridos, dependiendo del número y ordenamiento de las líneas parentales. Con la obtención de líneas puras de características sobresalientes y buena aptitud combinatoria, se han generado diferentes tipos de cruzas para producir los híbridos comerciales. Desde los años treinta se llevaron a cabo las primeras cruzas.

Las cruzas que utilizamos en la región son Cruzas triples, Simples Modificadas y Simples

#### Cruza Triple.

- Es la cruce de tres líneas Homocigotas o puras.
- Dos líneas no relacionadas constituyen la Hembra.(AxB)
- Presenta mejor vigor híbrido y productividad en la Hembra.
- Se obtiene un híbrido heterocigoto heterogéneo.
- En siembras del híbrido comercial el rendimiento y uniformidad tiende a ser menor que las cruzas simples.
- En la producción de semilla la cruce triple presenta mayor rendimiento que las versiones simples.

#### Cruza Simple Modificada

- Es la cruce de tres líneas homocigotas o puras.
- Hembra constituida de dos líneas emparentadas en por lo menos el 50%. (A x A').
- Esta cruce (A x A') es más vigorosa (Vigor híbrido) que las líneas puras.
- Se obtiene un híbrido heterocigoto heterogéneo.
- En siembras del híbrido comercial su rendimiento y uniformidad tienden a ser ligeramente mejor que la cruce triple y menor que la cruce simple.
- En la producción de semilla tiene menores costos que la versión Simple.

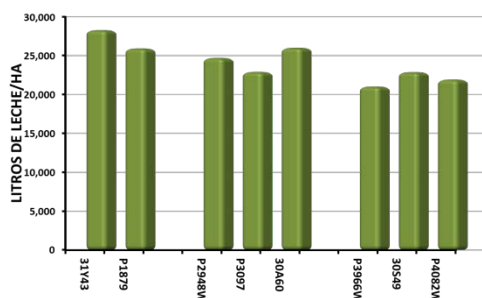
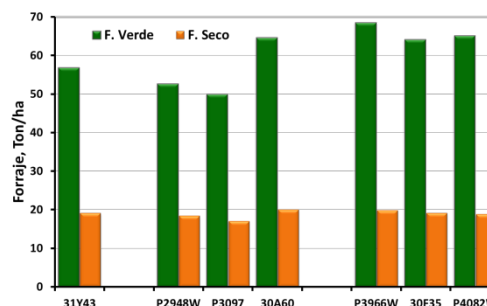
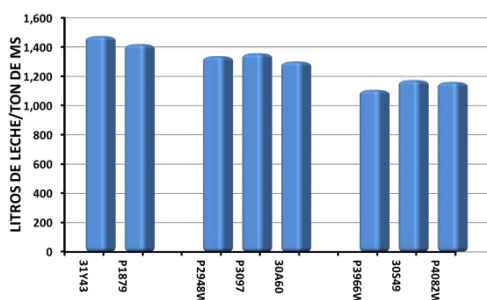
#### Cruza Simple

- Es la cruce de dos líneas homocigotas o puras, las cuales fueron obtenidas vía la autofecundación y selección.

- Expresa el mayor vigor híbrido (Heterosis) y restituye la productividad que se perdió por la autofecundación.
- Se obtiene un híbrido heterocigoto homogéneo
- En siembras del híbrido comercial su rendimiento y uniformidad es mayor que todos los tipos de cruas existentes.
- Mayores costos de producción por la merma de rendimiento que expresa la hembra y el macho menor producción de polen.

### 3. Producción de Materia Seca y litros de Leche por ha.

Una de las decisiones más importantes, a las que se enfrenta un productor de maíz para forrajes todos los años al momento de la siembra, es la correcta selección de los híbridos que va a sembrar, debido que existe gran variabilidad genética en características agronómicas y de calidad nutricional entre los híbridos de maíz para silo.



Cuando hablamos de litros de leche por ha, la caracterización del híbrido en variables de rendimiento de Materia seca, energía neta de lactancia, digestibilidad de la fibra, contenido de almidón toman la primer importancia.

La calidad nutricional es una variable que año con año ha cobrado mayor peso para la toma de decisión en la selección del híbrido debido a la reducción de los costos en la alimentación de las vacas lecheras por la menor cantidad de maíz rolado utilizado en la ración. En muchas

ocasiones se puede cometer el error de seleccionar los híbridos por litros de leche por toneladas de materia seca y no por litros de leche por hectárea.

**Los factores a considerar para la toma de decisión por producción de leche por ha:**

- Rendimiento de Materia seca, t ha<sup>-1</sup>
- Litros de Leche por tonelada de Materia seca
- Producción de Litros de Leche por hectárea

SECCIÓN  
DE  
CARTELES

---

# PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

---

## **RENDIMIENTO DE FORRAJE Y GRANO EN HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EVALUADOS EN DOS CICLOS DE CULTIVO EN DURANGO, MÉXICO**

**Adán Castillo Rosales<sup>1\*</sup>, Luz María Salazar Sánchez<sup>1</sup>, Rigoberto Rosales Serna<sup>1</sup>, Rafael Jiménez Ocampo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, México. C. P. 34170. Tel. 618-8260426, ext. 205. castillo.[adan@inifap.gob.mx](mailto:adan@inifap.gob.mx).

### **INTRODUCCIÓN**

En 2012, la superficie sembrada con maíz forrajero (*Zea mays* L.) en Durango alcanzó 78,661 mil ha, de las cuales se cosecharon 77,823 ha y se produjeron cerca de 2.3 millones de toneladas de forraje verde, a razón de 30 toneladas por hectárea (SIAP, 2013). En Durango se siembran diferentes híbridos y variedades de maíz, para uso como forraje verde y ensilado, el cual se utiliza principalmente para alimentar al ganado bovino productor de carne y leche. Otros usos del maíz incluyen el uso de los esquilmos como forraje seco de invierno (rastrojo), después de obtener las mazorcas para utilizar el grano en la alimentación humana. Además, cuando hay excedentes de producción, las mazorcas y granos molidos se utilizan como complemento energético en raciones usadas para alimentar ganado durante la época seca del año.

La alta producción de forraje registrada en algunos híbridos de maíz, bajo condiciones de riego; así como la demanda generada por los productores de carne y leche, han alentado la siembra de una superficie mayor de maíz en condiciones de riego y temporal. Por ello, en Durango se reinició la evaluación de germoplasma de maíz para identificar híbridos y variedades con mayor productividad de forraje y grano. En años benéficos, con lluvias superiores a 460 mm y bien distribuidas, se cosecha grano de maíz, en temporal, a razón de 1 t ha<sup>-1</sup>; mientras que en riego el rendimiento promedio es de 4.1 t ha<sup>-1</sup> (INIFAP, 2005). En contraste, los años con lluvia escasa y mal distribuida, se corta el maíz para comercializar el forraje verde y elaborar forraje ensilado. Entre los híbridos sobresalientes por su producción de forraje se puede mencionar H-376 y H-311 (Castillo *et al.*, 2009). En Durango la variedad de maíz más apreciada en temporal es CAFIME, la cual aunque es precoz tiene productividad reducida de biomasa. El programa de mejoramiento genético de maíz del INIFAP ha generado una gran cantidad de híbridos de maíz, tanto para la producción de forraje como para la obtención de grano. Se requiere la evaluación de los diferentes híbridos y variedades de maíz para identificar las mejores opciones de cultivo para los productores agropecuarios del estado de Durango.

---

En 2012 se contó en Durango con 1.2 millones de cabezas de ganado bovino, las cuales se destinaron para la producción de leche y carne (SIAP, 2013). En esta entidad se observa déficit recurrente de forraje debido a la escasa cantidad de lluvia acumulada en el área de pastizal (200-460 mm), lo cual se combina con la baja capacidad de retención de humedad y reducida fertilidad del suelo. Lo anterior, ocasiona bajo rendimiento de forraje en los agostaderos y áreas de cultivo de temporal. En condiciones de riego se observa un incremento considerable del rendimiento de forraje verde del cultivo de maíz y puede alcanzar entre 67 y 76 t ha<sup>-1</sup> (Núñez *et al.*, 2013). Dicha producción representa una opción alimenticia en la temporada seca del año y con esto se podrían aumentar las ganancias de peso y se reducirían los índices de mortalidad registrados en el ganado bovino criado en Durango. Se considera que el incremento de la disponibilidad y calidad del forraje para la alimentación del ganado bovino mejorará la competitividad de los productores agropecuarios de Durango. El objetivo fue evaluar el rendimiento forrajero de ocho híbridos de maíz cultivados bajo condiciones de riego, en Durango.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se sembró un grupo de ocho híbridos de maíz: H-379, H-383, H-385, H-311, H-376, H-443A, H-324 y H-326; durante el ciclo primavera-verano de 2012 (31 de mayo) y 2013 (23 de mayo), en Durango, México. Además de la precipitación ocurrida durante el ciclo (2012= 367 mm y 2013= 574 mm), se aplicó un riego de pre-siembra y cuatro riegos de auxilio para mantener el cultivo sin estrés de humedad. La siembra se realizó en franjas apareadas de 16 surcos de 100 m de longitud, con 0.81 m de separación entre hileras de plantas. Se utilizó la dosis de fertilización 180-80-00 (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O) aplicada en tres partes: siembra (60-80-00), segunda escarda (60-00-00) y floración femenina (60-00-00). Para el control de la maleza se aplicó herbicida pre-emergente (Paraquat), dos cultivos mecánicos y un deshierbe manual. Teniendo en ambas siembras, un tamaño de muestra de 2 surcos de 5 m de longitud, con 4 repeticiones.

Se tomaron muestras en cuatro puntos equidistantes (rectángulo) de las franjas sembradas con cada híbrido, para determinar el rendimiento de forraje verde. El muestreo se realizó cuando el cultivo alcanzó la etapa de 2/3 de la línea de leche en el grano. Las muestras consistieron de dos surcos de 3 m de longitud y se obtuvieron el 16 de octubre (138 DDS) en 2012 y 26 de septiembre (126 DDS) en 2013. En cada muestra se cortaron los tallos desde la superficie del suelo y se obtuvo el peso verde en el campo mediante una báscula con precisión de 0.01 g. Las muestras se secaron de manera natural (al sol) y después se obtuvo el peso seco, cuando se

---



observaron valores constantes (forraje henificado). Los datos obtenidos se analizaron en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2 x 8 (años de siembra e híbridos). La comparación de medias se obtuvo con la prueba de la Diferencia Significativa Honesta (DSH) de Tukey, con un nivel de  $\alpha = 0.05$ .

Para determinar el rendimiento de grano se tomaron como muestra experimental 2 surcos de 5 m, tomando 4 repeticiones por variedad, se tomó el peso total de las mazorcas en una báscula de reloj, marca Pexa con capacidad de 20 kg, se desgranaron las mazorcas, se obtuvo con esto el porcentaje de grano y porcentaje de olote. Ajustando el peso de las muestras a un 14% de humedad del grano.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En 2012 y 2013 los híbridos más precoces para la floración masculina (aparición de la espiga) fueron H-326 (68 y 67 DDS) y H-324 (68 y 73 DDS) (Cuadro 1). En contraste los híbridos H-379 y H-443A resultaron los más tardíos en presentar la floración masculina en 2012 (85 DDS) y 2013 (81 DDS). En ambos años, los híbridos presentaron comportamiento similar para la floración femenina, es decir que los que fueron precoces el primer año de evaluación, lo fueron también para el segundo. Situación similar se observó en el caso de los materiales tardíos. En Durango, se requieren híbridos y variedades de ciclo precoz e intermedio debido a la duración del periodo libre de heladas y la disponibilidad limitada de agua. A pesar de lo anterior, se ha observado que la precocidad se relaciona con la reducción en la producción de biomasa y el rendimiento de grano (Argilier *et al.*, 1994; Ngugi *et al.*, 2013).

En el caso de la altura de la planta y de la mazorca se observó que todos los híbridos mostraron valores estadísticamente similares. La altura de planta fluctuó entre 264 cm y 300 cm en 2012; mientras que en 2013 se registraron valores entre 283 cm y 318 cm. La altura de planta resultó superior a lo reportado en el caso del híbrido de maíz H-376 (Peña *et al.*, 2008), el cual presentó valores entre 250 cm y 300 cm. Las plantas con mayor altura, registraron también mazorcas situadas en una posición más alta ( $r = 0.77^{**}$ ). En 2012 la altura de la mazorca fluctuó entre 115 cm y 141 cm; mientras que en 2013 se registraron valores entre 124 cm y 168 cm. Los valores para altura de la mazorca fueron superiores a los reportados en el híbrido de maíz H-561 que mostró fluctuación entre 80 cm y 85 cm (Coutiño *et al.*, 2013).

Cuadro 1. Características evaluadas en híbridos de maíz cultivados durante el ciclo primavera-verano de 2012 y 2013 en Durango, Méx.

Híbrido	Floración Masculina (DDS)	Floración Femenina (DDS)	Altura (cm)	Altura Mazorca (cm)	Forraje Verde (t ha <sup>-1</sup> )	Forraje Seco (t ha <sup>-1</sup> )	Rendimient o (t/ha <sup>-1</sup> )
2012							
H-379	85 <sup>a</sup>	85 <sup>a</sup>	264	115	71 <sup>a</sup>	25 <sup>ab</sup>	8029 <sup>b</sup>
H-383	74 <sup>cd</sup>	75 <sup>cd</sup>	281	133	69 <sup>ab</sup>	30 <sup>ab</sup>	9128 <sup>ab</sup>
H-385	75 <sup>c</sup>	76 <sup>c</sup>	293	141	71 <sup>a</sup>	31 <sup>a</sup>	10426 <sup>a</sup>
H-311	82 <sup>b</sup>	83 <sup>b</sup>	274	119	66 <sup>ab</sup>	23 <sup>b</sup>	9530 <sup>ab</sup>
H-376	81 <sup>b</sup>	82 <sup>b</sup>	296	130	70 <sup>a</sup>	27 <sup>ab</sup>	8704 <sup>ab</sup>
H-443A	85 <sup>a</sup>	86 <sup>a</sup>	270	118	73 <sup>a</sup>	27 <sup>ab</sup>	7955 <sup>b</sup>
H-324	73 <sup>d</sup>	74 <sup>d</sup>	285	135	51 <sup>b</sup>	23 <sup>b</sup>	8464 <sup>ab</sup>
H-326	68 <sup>e</sup>	69 <sup>e</sup>	300	140	58 <sup>ab</sup>	30 <sup>ab</sup>	7667 <sup>b</sup>
Promedio	78	79	283	129	66	27	8738
2013							
H-379	81 <sup>a</sup>	83 <sup>a</sup>	318	168	72 <sup>b</sup>	29 <sup>b</sup>	6902 <sup>c</sup>
H-383	76 <sup>b</sup>	78 <sup>b</sup>	316	139	91 <sup>a</sup>	36 <sup>ab</sup>	8168 <sup>bc</sup>
H-385	74 <sup>c</sup>	75 <sup>c</sup>	305	148	92 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	10597 <sup>a</sup>
H-311	76 <sup>b</sup>	78 <sup>b</sup>	314	153	77 <sup>ab</sup>	31 <sup>ab</sup>	8199 <sup>bc</sup>
H-376	77 <sup>b</sup>	79 <sup>b</sup>	290	130	86 <sup>ab</sup>	34 <sup>ab</sup>	9849 <sup>ab</sup>
H-443A	81 <sup>a</sup>	83 <sup>a</sup>	283	130	79 <sup>ab</sup>	32 <sup>ab</sup>	8311 <sup>abc</sup>
H-324	68 <sup>d</sup>	69 <sup>d</sup>	284	120	77 <sup>ab</sup>	31 <sup>ab</sup>	8908 <sup>abc</sup>
H-326	67 <sup>d</sup>	68 <sup>d</sup>	295	124	77 <sup>ab</sup>	31 <sup>ab</sup>	9904 <sup>ab</sup>
Promedio	75	76	300	139	81	32	8792
<b>Media</b>	76	78	292	134	74	30	8765
*CV (%)	1	1	6	13	11	11	12

\*Coeficiente de Variación; <sup>a-d</sup>Literales en la misma columna representan diferencias significativas entre variedades Tukey ( $p \leq 0.05$ ). DDS = Días Después de la Siembra.

En 2012 y 2013 se observaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre híbridos para la producción de forraje verde y forraje seco. Los híbridos sobresalientes en 2012 por su producción alta de forraje fueron H-443A (73 t ha<sup>-1</sup>), H- 379 y H-385 (71 t ha<sup>-1</sup>) y H-376 (70 t ha<sup>-1</sup>). En 2013 la más alta producción de forraje verde se obtuvo en los híbridos H-385 (92 t ha<sup>-1</sup>) y H-383 (91 t ha<sup>-1</sup>). Otros híbridos sobresalientes fueron H-376 (86 t ha<sup>-1</sup>), H-443A (79 t ha<sup>-1</sup>), H-311 y H-324 (77 t ha<sup>-1</sup>). En ambos años se observó que, en relación con el peso verde, el forraje seco redujo su peso en un promedio de 60%, lo cual es un indicador que el contenido de humedad se encontraba en un nivel aceptable para el ensilaje (Israelsen *et al.*, 2009). Los híbridos que presentaron la mayor producción de forraje verde registraron también altos valores de forraje seco ( $r = 0.89^{**}$ ). La mayoría de los híbridos mostraron valores estadísticamente similares para la producción de forraje seco, con excepción de H-311 y H-324 (23 t ha<sup>-1</sup>) en 2012 y H-379 (29 t ha<sup>-1</sup>) en 2013, los cuales mostraron rendimiento estadísticamente inferior. Los valores concuerdan con los resultados obtenidos con el híbrido H-376 que mostró valores

de producción de forraje verde entre 78 y 91 t ha<sup>-1</sup> y forraje seco entre 19 y 24 t ha<sup>-1</sup> (Peña *et al.*, 2008).

## CONCLUSIONES

Existen opciones para incrementar la competitividad agropecuaria en Durango mediante la producción de forraje verde y ensilado de maíz. En 2012 y 2013 sobresalió por su precocidad y alto rendimiento de forraje el híbrido H-326. Los híbridos H-383 y H-385 mostraron precocidad intermedia y alto rendimiento de forraje verde y seco. Por su parte el híbrido de maíz H-443A registró floración tardía y alta producción de forraje verde y seco. Se identificaron híbridos de maíz de ciclo precoz, intermedio y tardío, con los cuales es posible duplicar el rendimiento de forraje verde por hectárea obtenido actualmente en Durango (30 t ha<sup>-1</sup>). Con ello, se reducirá el déficit de forraje observado de manera recurrente en esta entidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Argilier, O.; Y. Hébert; Y. Barrière. 1994. Statistical analysis and interpretation of line x environment interaction for biomass yield in maize. *Agronomie* 14(10): 661-672.
- Castillo R., A.; A. Peña R.; J. López H. 2009. H-376: híbrido de maíz para producción de grano y forraje en riego en Durango. Desplegable para Productores Núm. 43. 2 p.
- Coutiño E., B.; Y. Salinas M.; N. Gómez M.; V. A. Vidal M. 2013. 'H-561', nuevo híbrido de maíz resistente a pudriciones de mazorca para regiones tropicales. *Rev. Fitotec. Méx.* 36(1): 85-87.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2005. Guía para la asistencia técnica agrícola en el área de influencia del Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, México. p. 24.
- Israelsen, C.; J. Barnhill; M. Pace; L. Greenhalgh; J. Gale. 2009. Harvesting corn silage by plant moisture. Utah State University. Documento en línea consultado 20 de noviembre de 2013. <http://extension.usu.edu/cache/files/uploads/Harvesting%20Corn%20Silage%20by%20Plant%20Moisture.pdf>.
- Ngugi, K.; J. O. Collins; S. Muchira. 2013. Combining, earliness, short anthesis to silking interval and yield based selection indices under intermittent water stress to select for drought tolerant maize. *Australian Jour. of Crop Sci.* 7(13): 2014-2020.
- Núñez M., O. G.; R. Jiménez O.; F. J. González G.; O. Serna B. 2013. Esquemas de crecimiento y desarrollo de bovinos productores de carne en Durango. Folleto para productores Núm. 26 INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Méx. 25 p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>. Consultado el 11 de noviembre de 2013.
- Peña R., A.; F. González C.; G. Núñez H.; R. Preciado O.; A. Terrón I.; M. Luna F. 2008. H-376, Híbrido de maíz para producción de forraje y grano en el bajío y la región norte-centro de México. *Rev. Fitotecnia Méx.* 31(1): 85-87.

## USO DE POLIACRILATOS EN EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE FRIJOL EN DURANGO

Yareli Guadalupe Calderón Antuna<sup>1</sup> Arnulfo Pajarito Ravelero<sup>2</sup>, Patricia Ponce Peña<sup>1</sup> y Manuel González Portillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Químicas de la UJED, <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. e-mail: my\_angel\_ga@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

Aunque el 70 por ciento de la superficie del mundo está cubierto por agua, solamente el 2.5 por ciento es dulce. En el Registro Público de Derechos de Agua (REPD), se tienen registrados los volúmenes concesionados a los usuarios, cuatro de ellos corresponden a usos consuntivos en el área agrícola, del cual, el 63% proviene de fuentes superficiales y 37% de fuentes subterráneas. Con relación a estos consumos, en los últimos años el agua concesionada creció 14%, y la subterránea se incrementó en 19%. En México, del agua concesionada, el 76.8% se utilizó en actividades agrícolas (CONAGUA 2010), en 30.22 millones de ha (SAGARPA 2009).

En el estado de Durango, se reportan más de 1,200 comunidades que sufren desabasto de agua para consumo humano y los mantos friáticos de donde se obtiene se están agotando por lo tanto, en la agricultura, el ahorro de agua es esencial para el desarrollo sostenible de las mismas comunidades. (Gornall *et al.*, 2010). En los últimos años, el uso que se le ha dado al agua para la producción agrícola no ha sido el más adecuado o el más eficiente debido al alto volumen utilizado y a la baja producción obtenida. Esto conlleva a buscar nuevas alternativas que ayuden a disminuir la cantidad de agua en cultivos y mejorar su eficiencia manteniendo la sustentabilidad del recurso. Tal es el caso de muchos polímeros naturales que absorben cantidades considerables de agua como es el caso del algodón o sintéticos que absorben agua hasta 400% su peso en seco, como es el caso de los polímeros vinílicos. (Lentz *et al.*, 1998; Ghehsareh, 2010). El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de absorción de agua de los poliacrilatos de Na y de K en el crecimiento de la planta de frijol como una alternativa para disminuir y eficientar el uso de agua.

### MATERIALES Y METODOS

El trabajo se estableció en condiciones de invernadero en el Campo Experimental del Valle del Guadiana del INIFAP Durango, ubicado en las coordenadas, latitud (N) 24°01', longitud (W) 104°44' y altitud 1889 msnm. Se utilizó una mezcla de 60% de suelo agrícola, 30% de tierra rica

en materia orgánica y 10% de arena, con el cual se llenaron 32 macetas de plástico de 5 kg de capacidad. Con el suelo previamente humedecido, se llenaron las macetas en tres partes con el propósito de incorporar en las dos primeras capas los poliacrilatos previamente hidratados. La siembra se hizo el 30 de enero del año 2013, se depositaron cinco semillas de frijol de la variedad Pinto Saltillo a cinco cm de profundidad, se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, cada repetición estuvo compuesta por cuatro macetas. Durante los primeros 39 días después de la siembra (DDS), etapa de prefloración de la planta, se aplicaron 500 ml de agua cada dos días, divididos en dos partes, una en la mañana (9:00 h) y otra en la tarde (16:00 h). y a partir de los 40 DDS se aplicaron los tratamientos hídricos: T1, consistió en aplicar 500 ml de agua cada cuatro días; T2, cada seis días,; T3 cada 8 días y el T4 (testigo) fue cada dos días. Se utilizaron los poliacrilatos de potasio (PK) y de sodio (PNa), los cuales, previamente hidratados en una proporción de 5:1, es decir, por cada 5 kilogramos de suelo se agregó 1 gramo de poliacrilato. se aplicaron a 30 y 45 cm de profundidad en la maceta. Se tomaron datos de emergencia en DDS cuando la plántula apareció sobre el suelo en forma de bastón; el área foliar de las hojas simples (AFHS) y hojas trifoliadas (AFHT) se midieron con una regla graduada en centímetros midiendo el ancho y el largo de cada hoja y se multiplicó por 0.75. La medición de estas hojas se hizo hasta que estuvieron completamente extendidas. Esta variable se midió cada ocho días hasta que las hojas estuvieron totalmente extendidas. También se midió la altura de la planta (AP) de la base del suelo hasta la parte superior del tallo principal. La biomasa de la raíz se determinó cuando la planta se secó través de un método destructivo que consistió en cortar la raíz de la planta, en la parte entre el tallo y donde comenzaba el crecimiento de las raíces. Para determinar el peso seco de las raíces, se lavaron y se metieron a la estufa a la temperatura de 60 °C durante 72 horas. También se tomó la floración en las plantas en días después de la emergencia (DDE) y, se registró la temperatura ambiental en el interior del invernadero con un termómetro de máximas y mínimas y del suelo con un termómetro de mercurio, esto fue a las 9:00, 13:00 y 16:00 horas del día. La información se analizó diseño en bloques al azar con arreglo factorial de dos factores, donde el Factor A fueron los Poliacrilatos (PNa y PK) y el Factor B los tratamientos hídricos, se utilizó el programa MS DOS MSTATC de la universidad Estatal de Michigan (MSU).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En ausencia de estrés hídrico, el ANVA mostró diferencias significativas a los 16 DDE y altamente significativas a los 24 y 32 DDE entre los poliacrilatos sobre el AFHS del frijol. En

cambio, para el AFHT solo se observaron diferencias significativas a 32 DDE y altamente significativas para AP a los 24 y 32 DDE (Cuadro 1)

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes variables de la planta de frijol sin estrés hídrico. Durango, 2013.

FV	8 DDE	16 DDE	24 DDE	32 DDE
		Hojas simples		
Repeticiones	11.333	16.44	1.985	9.913
Poliacrilatos	7.564	159.60*	253.25**	348.36**
		Hojas trifoliadas		
Repeticiones		03.45	07.67	08.46
Poliacrilatos		00.29	15.57	17.17*
		Altura de Planta		
Repeticiones		00.60	00.57	00.52
Poliacrilatos		02.60	10.21**	17.05**

\*Significativo al 0.05% de probabilidad; \*\*significativo al 0.01% de probabilidad

De acuerdo a los resultados anteriores, es probable que las diferencias observadas entre poliacrilatos para el AFHS fue debido solo a la disparidad en la emergencia de las plántulas de cada maceta, probablemente influenciado por a la baja temperatura ya que esta se registró hasta en 5°C. En cambio, lo que ocurrió con las otras variables probablemente fue por la diferente capacidad de absorción de agua entre los hidrogeles. Al respecto (Abedi Koupal y Sohrab, (2004) reportaron que los polímeros pueden absorber diferente cantidad de agua de acuerdo a su composición fisicoquímica, algunos como los poliacrilatos tienen la capacidad de absorber 20 veces más su peso y otros con estructura reticulada pueden absorber desde 400 hasta 2000 veces su peso. Por otro lado White (1985) mencionó que el rango de temperatura para el buen desarrollo de la planta de frijol oscila entre los 15 y 25°C.

En ausencia de estrés hídrico, el AFHS promedio a los 16, 24 y 32 DDE, el AFHT a los 32 DDE y la AP a los 24 y 32 DDE fue estadísticamente superior con el PK comparado con el PNa, lo cual indica mayor capacidad de absorción de agua que se reflejó en el mayor crecimiento de la planta. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de datos para diferentes variables de la planta de frijol sin estrés hídrico. Durango, 2013.

FV	8 DDE	16 DDE	24 DDE	32 DDE
		Hojas simples		
Poliacrilato Na	19.27 <sup>a</sup>	26.48 <sup>b</sup>	26.59 <sup>b</sup>	28.9 <sup>b</sup>
Poliacrilato K	20.25 <sup>a</sup>	30.95 <sup>a</sup>	32.22 <sup>a</sup>	35.5 <sup>a</sup>
		Hojas trifoliadas		
Poliacrilato Na		2.48 <sup>a</sup>	4.91 <sup>a</sup>	6.46 <sup>b</sup>
Poliacrilato K		2.29 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	7.92 <sup>a</sup>

	Altura de Planta		
Poliacrilato Na	8.99 <sup>a</sup>	9.08 <sup>b</sup>	9.77 <sup>b</sup>
Poliacrilato K	9.56 <sup>a</sup>	10.21 <sup>a</sup>	11.24 <sup>a</sup>

\*Significativo al 0.05% de probabilidad; \*\*significativo al 0.01% de probabilidad

Bajo condiciones de estrés hídrico, el ANVA mostró resultados estadísticamente diferentes entre tratamientos y poliacrilatos a los 40 DDE para el AFHS, solo entre tratamientos a los 40 y 72 DDE y en la interacción AxB a los 64 DDE para el AFHT (Cuadro 3). Para AP solo se observaron diferencias altamente significativas entre poliacrilatos a los 40 DDE y entre tratamientos y su interacción a los 48 DDE. Para la biomasa de la raíz las diferencias fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos a los 72 DDE.

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes variables de la planta de frijol con estrés hídrico. Durango, 2013.

FV	40 DDE	48 DDE	56 DDE	64 DDE	72 DDE
Hojas simples					
Repeticiones	11.727	201.768			
Tratamientos A	65.392*	270.69			
Poliacrilatos B	270.23**	1.816			
Interacción AxB	7.413	93.096			
Hojas trifoliadas					
Repeticiones	3.25	1.93	2.78	1.56	0.78
Tratamientos	12.93*	5.87	1.15	20.70**	38.70**
Poliacrilatos	1.67	5.33	11.67	92.95**	0.85
Interacción AxB	8.06	5.75	4.86	2.90	2.64
Altura de planta					
Repeticiones	0.37	1.38	0.54	0.59	5.53
Tratamientos A	2.04	7.73*	2.65	0.72	21.13
Poliacrilatos B	31.02**	2.10	5.03	5.20	4.47
Interacción AxB	4.85	13.87**	4.57	2.17	25.04
Biomasa de raíz					
Repeticiones					0.292
Tratamientos A					5.984**
Poliacrilatos B					0.001
Interacción AxB					1.744

\*Significativo al 0.05% de probabilidad; \*\*significativo al 0.01% de probabilidad

Aunque los promedios de datos para AFHS no se muestran en el presente trabajo, se menciona que el crecimiento de las hojas simples a los 40 DDE fue mayor cuando el estrés hídrico fue más severo comparado con el testigo, lo que indica que el AFHS fue más lento cuando había humedad, en cambio, se aceleró cuando la humedad en el suelo disminuía, como un mecanismo de escape. También se indica que el AFHS fue mayor 16.5 % con el PK comparado

con el PNa, lo que demostró mayor capacidad de retención de humedad en el suelo. Las diferencias observadas para AFHT, AP y biomasa de raíz entre tratamientos solo era de esperarse ya que la aplicación de agua varió desde 2 hasta 8 días, lo cual fue acentuado por la temperatura ambiental que se registró en 35 °C entre las 13 y 16 h del día durante el crecimiento de la planta. Las diferencias entre poliacrilatos en cuanto al crecimiento y desarrollo de la planta de frijol, solo demuestra la diferente capacidad de retención de humedad de los productos, como ya se mencionó anteriormente. El AFHT promedio siempre fue mayor con el PK comparado con el PNa como se muestra en el Cuadro 4, lo cual evidencia su mayor capacidad de retención de humedad en el suelo. Entre

Cuadro 4. Promedios de datos para hojas trifoliadas de frijol con diferentes tratamientos de estrés hídrico. Durango, 2013.

FV	40 DDE	48 DDE	56 DDE	64 DDE	72 DDE
Hojas trifoliadas					
Poliacrilatos					
PNa	8.11 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>	6.85 <sup>b</sup>	5.70 <sup>b</sup>	3.64 <sup>b</sup>
PK	7.65 <sup>a</sup>	8.14 <sup>a</sup>	8.06 <sup>a</sup>	9.10 <sup>a</sup>	3.96 <sup>a</sup>
Tratamientos					
T1 4 días	6.28 <sup>b</sup>	7.53 <sup>a</sup>	7.58 <sup>a</sup>	7.70 <sup>b</sup>	4.50 <sup>b</sup>
T2 6 días	9.39 <sup>a</sup>	8.63 <sup>a</sup>	7.87 <sup>a</sup>	6.73 <sup>bc</sup>	2.92 <sup>c</sup>
T3 8 días	7.90 <sup>ab</sup>	8.13 <sup>a</sup>	7.40 <sup>a</sup>	5.70 <sup>c</sup>	1.32 <sup>d</sup>
T4 2 días (T)	7.95 <sup>ab</sup>	6.64 <sup>a</sup>	6.97 <sup>a</sup>	9.48 <sup>a</sup>	6.46 <sup>a</sup>
Interacción					
PNa x T1	6.93 <sup>a</sup>	6.91 <sup>a</sup>	6.89 <sup>a</sup>	6.86 <sup>a</sup>	4.68 <sup>a</sup>
Pk x T1	5.64 <sup>a</sup>	8.16 <sup>a</sup>	8.26 <sup>a</sup>	8.54 <sup>a</sup>	4.32 <sup>a</sup>
PNa x T2	10.75 <sup>a</sup>	9.31 <sup>a</sup>	7.87 <sup>a</sup>	4.98 <sup>a</sup>	1.93 <sup>a</sup>
PK x T2	8.04 <sup>a</sup>	7.96 <sup>a</sup>	7.87 <sup>a</sup>	8.48 <sup>a</sup>	3.90 <sup>a</sup>
PNa x T3	7.80 <sup>a</sup>	6.76 <sup>a</sup>	5.72 <sup>a</sup>	3.64 <sup>a</sup>	1.60 <sup>a</sup>
PK x T3	8.00 <sup>a</sup>	9.50 <sup>a</sup>	9.07 <sup>a</sup>	7.75 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>
PNa T4	6.96 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	6.91 <sup>a</sup>	7.30 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>
PK T4	8.93 <sup>a</sup>	6.95 <sup>a</sup>	7.02 <sup>a</sup>	11.65 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>

\*Significativo al 0.05% de probabilidad; \*\*significativo al 0.01% de probabilidad

tratamientos hídricos, en términos generales, el AFHT siempre fue mayor entre los 40 y 56 DDE cuando el estrés hídrico fue mayor que el testigo, por el contrario, a los 64 y 72 DDS ocurrió lo contrario, el crecimiento de las hojas fue mayor con el testigo. Estos resultados demuestran que el estrés hídrico aceleró el crecimiento de la planta como un mecanismo de escape hasta los 56 DDE, sin embargo, lo que ocurrió al final es posible que se haya debido a que el agua que se aplicó no fue suficiente para mantener hidratados los productos por lo que el crecimiento de la planta disminuyó.

Aunque la ausencia de interacciones demuestra que técnicamente ambos poliacrilatos respondieron de la misma forma a la aplicación de los diferentes tratamientos hídricos, es



importante resaltar que entre los 40 y 56 DDE, el AFHT, siempre fue mayor con el PK en todos los tratamientos hídricos comparado con el testigo y menor que este a los 64 y 72 DDE. Estos resultados confirman la mayor capacidad de retención de humedad del PK y la falta de hidratación del producto al final del crecimiento de las hojas debido a la escasa cantidad de agua aplicada. En cuanto a la biomasa de la raíz, aunque no se muestran los datos se menciona que fue mayor con los testigos que con los poliacrilatos, lo cual se debió a la cantidad de agua aplicada que fue insuficiente para mantener la hidratación de los productos.

### **CONCLUSIONES**

Bajo condiciones de estrés como en no estrés, el crecimiento de la planta de frijol en la parte aérea fue estadísticamente superior con el poliacrilato de potasio que con el poliacrilato de sodio lo cual indicó mayor capacidad de absorción y retención de humedad en el suelo.

La cantidad de agua aplicada afectó la hidratación de los poliacrilatos al final del crecimiento de la planta.

Con el poliacrilato de potasio es factible reducir la cantidad de agua al cultivo y hacer un uso más eficiente del recurso.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Abedi- Koupai, J., Sohrab, F., 2004. Effect of super absorbent application on water retention capacity and water potential in three soil textures. *Journal of Science and Technology of. Polymers* 17(3), 163-173.
- CONAGUA. 2010. Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del Agua en México, edición 2010. <http://www.conagua.gob.mx/> consultado en línea, noviembre del 2013
- Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J., Willett, K., Wiltshire, A., 2010. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci.* 365, 2973–2989.
- Lentz, R.D., Sojka, R.E., Robbins, C.W. 1998. Reducing phosphorus losses from surface-irrigated fields: Emerging polyacrylamide technology. *Journal of Environmental Quality* 27, 305-312
- Ghehsareh, Masood Ghasemi Morteza Khosh-Khui, and Jahangir Abedi-Koupai .2010. Effects of superabsorbent polymer on water requirement and growth indices of *Ficus benjamina* l. 'starlight'. *Journal of plant nutrition.*, 33: 5-8.
- SIAP-SAGARPA. 2009. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.gob.mx>. Consultado en línea, noviembre del 2013
- White, J. W. 1985. Conceptos básicos de fisiología de frijol. In: *Frijol: Investigación y Producción*. Editores: Marceliano López, Fernando Fernández y Aart van Schoonhoven. PNUD. CIAT, Cali, Colombia. 43-60 pp

## EVALUACIÓN DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL DE TEMPORAL EN DURANGO

Arnulfo Pajarito Ravelero<sup>1</sup> y Carmen Leticia Mar Tovar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)  
[pajarito.arnulfo@inifap.gob.mx](mailto:pajarito.arnulfo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En México se estima que 570,000 agricultores cultivan frijol, ya sea para fines de subsistencia o de comercialización en aproximadamente 1.7 millones de hectáreas de superficie. Sin embargo, a pesar de gran cantidad de productores, sólo 110,000 de ellos, que equivale al 20 %, están registrados como especializados en producir frijol, estode acuerdo al Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO). Dicho porcentaje aporta alrededor de 80% de la producción total en el país (BM-IMC, 2007). Las diferencias que se obtienen en producción de grano por unidad de superficie entre los agricultores de autoconsumo y los que producen con propósitos comerciales, contrastan con la tecnología utilizada Por esta razón, aunque no la única, bajo condiciones de temporal, se han reportado rendimientos que varían desde 210 kg ha<sup>-1</sup> en el estado de San Luis Potosí, hasta 1090 kg ha<sup>-1</sup> en el estado de Michoacán (SIAP-SAGARPA, 2012). En Durango como segundo productor de frijol a nivel nacional donde se dedican al cultivo más de 20 mil productores en promedio, el rendimiento de grano por unidad de superficie se reportó en 440 kg ha<sup>-1</sup>, comparado con 530 kg ha<sup>-1</sup> a nivel nacional para el mismo año de información. Una de las razones por las cuales el rendimiento de grano es bajo es debido al bajo uso de tecnología por parte de los productores, por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes tecnologías y seleccionar la mejor como una alternativa para incrementar la producción de grano y reducir los costos de producción del cultivo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de temporal durante el ciclo primavera verano 2012 en los Campos Experimentales del INIFAP ubicados en las localidades de Durango y Francisco I. Madero, Dgo. La primera localidad está ubicada en latitud (N) 24°01', longitud (W) 104°44' y altitud 1889 msnm, además los suelos están caracterizados de textura migajón arcilloso. La segunda localidad se encuentra en Latitud (N) 24°20', longitud (W) 104°20', altitud de 1932 msnm y los suelos son de textura migajón-arcillo arenoso. Las siembras se realizaron el 3 y 18 de julio en cada localidad respectivamente, se utilizó la variedad Pinto Saltillo que la

cultivan más del 90 % de los productores de frijol del estado de Durango (González, *et al.*, 2009). Las tecnologías evaluadas fueron: Siembra a Doble Hilera (DH), Densidad Óptima de Plantas (DOP), Micorriza INIFAP (M), Micorriza+50 Fertilizante Químico (M+50%FQ) y Altas Densidades de Plantas (ADP). La tecnología de DH consistió en sembrar dos hileras en el lomo del surco, las hileras tuvieron una separación de 20 cm y los surcos un ancho de 0.81 m; la DOP consistió en tener 7 plantas/m; la M es un biofertilizante formulado a base de hongos micorrízicos del género *Glomus* que se aplicó como inoculante a la semilla a razón de 1 kg para 30 kilos de semilla, al momento de la siembra; la M+50%FQ, es una tecnología combinada, la M se aplicó en la misma dosis antes mencionada y el 50 % de fertilizante químico consistió en aplicar la mitad de la dosis 35-50-00 que es la fórmula recomendada por el INIFAP para el cultivo de frijol de temporal en Durango para lo cual, se utilizaron como fuentes sintéticas la urea y el superfosfato triple (SPT) y las ADP que consistió en mantener 9 plantas/m en promedio. Cabe anotar que las tecnologías, DH, DOP y ADP fueron fertilizadas con la dosis 35-50-00. Se utilizó un diseño en Bloques al Azar con cuatro repeticiones; el tamaño de la parcela total fue de 20 surcos de 10 m de largo, separados a 0.81. A los 90 DDS se hizo un muestreo de 1 m lineal para estimar la densidad de población ( $PI\ m^{-2}$ ), vainas llenas ( $VLL\ m^{-2}$ ), vainas vacías (sin grano) ( $VV\ m^{-2}$ ), vainas totales ( $VT\ m^{-2}$ ) y número de granos ( $Granos\ m^{-2}$ ) y en la cosecha se hizo otro muestreo de 4 surcos de 5 m de largo para estimar el rendimiento de grano (RG), de paja (RP) y el peso del grano a través del peso de 100 semillas (P100S). También se tomaron datos de floración (F) y madurez fisiológica del cultivo (MF), de precipitación y temperatura. Los datos de clima se registraron través de estaciones agroclimáticas ubicadas en los sitios donde se establecieron los trabajos. Toda la información obtenida, se analizó bajo un diseño en Bloques al Azar con arreglo en factorial, donde el factor A fue la localidad (L) y el factor B la tecnología (T).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANVA) indicó diferencias altamente significativas entre localidades para la F, MF,  $PI\ m^{-2}$  y RG y solo significativas para RP y P100S (Cuadro 1). Entre tecnologías solo hubo diferencias significativas para  $PI\ m^{-2}$  y las interacciones más sobresalientes se observaron para la F y MF y  $PI\ m^{-2}$ . El CV más alto fue para RG y el más bajo para la MF.

Las diferencias estadísticas significativas encontradas entre localidades para todas las variables en estudio, fue debido a la fecha de siembra y a las diferentes condiciones ambientales y de suelo que se tuvieron en cada sitio de prueba. Las fechas de siembra fueron el 3 y 18 de julio en Durango y Madero, respectivamente. En Durango la precipitación acumulada durante el ciclo

del cultivo fue 354.0 mm, la profundidad del suelo es de 80-100 cm en promedio y la textura es de tipo Migajón Arcilloso. En Madero se acumularon de 333.6 mm, el suelo es de 40-50 cm de

Cuadro 1. Cuadros medios del análisis de varianza para diferentes variables de frijol cultivado en Durango y Francisco I. Madero, Dgo. Año 2012.

Variable	Localidad (L)	Tecnología (T)	L x T	C. V. (%)
Floración	460.1**	3.5	1.8*	5.9
Madurez Fisiológica	249.4**	0.6	1.4**	2.2
Plantas m <sup>-2</sup>	151.1**	105.6*	2.5*	38.3
Rend. de grano (g m <sup>-2</sup> )	124,777.0**	986.57	2,349.04	38.9
Rend. de paja (g m <sup>-2</sup> )	1,027,150.0*	23,033.5	23,958.2	36.1
Peso 100 semillas	528.1*	3.0	1.4	10.6

\* Significativo al 0.05 de probabilidad; \*\* Significativo al 0.01 de probabilidad; CV = Coeficiente de variación

profundidad con baja capacidad de retención de humedad y su textura es de tipo Migajón Areno Arcilloso. Las diferencias observadas entre tecnologías para PI m<sup>-2</sup>, fue debido a la misma naturaleza de las tecnologías diseñadas desde un principio con diferentes densidades de población. Las interacciones observadas indicaron que un mismo tratamiento tiene respuesta diferente en cada sitio de prueba influenciado por las mismas condiciones ambientales y de suelo que se tienen o se presentan durante el ciclo del cultivo en cada sitio de prueba. Los CV que de acuerdo con Little y Hills (1989) comparan la variabilidad entre las unidades experimentales, en este caso mayor variabilidad para el RG y menor para la MF del cultivo. Es posible que los más altos valores de CV sean para las variables que en su momento de medición son las más sensibles por lo que muestran mayor variabilidad como resultó en el presente trabajo.

En el Cuadro 2 se presentan los promedios de datos de las variables estudiadas, los cuales muestran que en la localidad de Durango el ciclo del cultivo de la variedad Pinto Saltillo fue estadísticamente más largo que en la localidad de Madero, también el resto de las variables fueron más altas en esa localidad. El RG fue superior en 83.2 g m<sup>-2</sup> y el de paja en 38.4 %. El mayor RG y el ciclo del cultivo probablemente fueron influenciados por la fecha de siembra que fue establecida mas a tiempo, aunque también la densidad de población y el peso de grano pudieron tener un efecto significativo ya que son dos componentes importantes del rendimiento. Zandate y Cázares (1998) reportaron resultados similares sobre la disminución del rendimiento de grano de frijol en función de fechas de siembra retrasadas El mayor RP probablemente fue debido a la mayor densidad de población de plantas. En forma general se indica que las condiciones ambientales y de suelo de la localidad de Durango fueron más favorables para el desarrollo del cultivo y producción.

Aunque el ANVA no encontró diferencias estadísticas entre tecnologías para la mayoría de las variables estudiadas, excepto para el número de PI m<sup>-2</sup>, vale la pena hacer algunas consideraciones. La fenología de la variedad Pinto Saltillo respondió de la misma forma a todas las tecnologías aplicadas (Cuadro 2). La densidad de población fue estadísticamente superior con la tecnología de DH que repercutió en menos RG y RP; esta misma tendencia se observó para la tecnología de ADP. El RG más alto (167.2 g m<sup>-2</sup>) se obtuvo con la tecnología de DOP decir con 8.7 PI m<sup>-2</sup> (87,000 PI ha<sup>-1</sup>) y con M+50%FQ (153 g m<sup>-2</sup>) que tuvo 10.1 PI m<sup>-2</sup> (101,000 PI ha<sup>-1</sup>). Con el resto de las tecnologías se obtuvo en promedio 143.5 g m<sup>-2</sup>, lo que equivale a 23.7 g m<sup>-2</sup> o 237 kg ha<sup>-1</sup> menos que el obtenido con densidades óptimas.

En forma general, de acuerdo al promedio de datos de las dos localidades, las altas densidades de población disminuyeron el RG y RP debido a que la alta competencia entre las plantas por agua, luminosidad y nutrientes del suelo, sobre todo en las siembras a DH, limitaron el crecimiento y desarrollo de la planta. Como lo mencionaron Soltero, (1992) y Trujillo, (1985) que vieron disminuir el tamaño de hojas y zonas radicales de las plantas entre otras características cuando sembraron con éste método de siembra. Es evidente entonces, que, la cantidad de precipitación promedio que se acumuló durante el ciclo del cultivo de 338 mm en ambas localidades, tuvo mejores resultados con menor número de plantas como ocurrió con la tecnología DOP.

Cuadro 2. Promedio de datos de variables de frijol con diferentes tecnologías cultivado en dos localidades de Durango. 2012.

Fuente de variación	Días a floración	Días a madurez	Plantas m <sup>-2</sup>	Rendimiento (g m <sup>-2</sup> )		Peso 100 semillas
				Grano	Paja	
Localidad						
Durango	49.7 <sup>a</sup>	91.1 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	187.6 <sup>a</sup>	621.8 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>
Madero	44.6 <sup>b</sup>	87.3 <sup>b</sup>	8.7 <sup>b</sup>	104.4 <sup>b</sup>	382.9 <sup>b</sup>	26.0 <sup>b</sup>
Tecnologías						
Doble Hilera	45.8 <sup>a</sup>	88.6 <sup>a</sup>	19.7 <sup>a</sup>	127.1 <sup>a</sup>	377.6 <sup>a</sup>	28.3 <sup>a</sup>
Densidad Óptima Plantas	47.3 <sup>a</sup>	89.3 <sup>a</sup>	8.7 <sup>ab</sup>	167.2 <sup>a</sup>	550.7 <sup>a</sup>	28.6 <sup>a</sup>
Biofertilizante (Micorriza)	47.9 <sup>a</sup>	89.5 <sup>a</sup>	8.1 <sup>c</sup>	138.3 <sup>a</sup>	537.1 <sup>a</sup>	28.5 <sup>a</sup>
Micorriza + 50% FQ	47.6 <sup>a</sup>	89.5 <sup>a</sup>	9.2 <sup>ab</sup>	153.0 <sup>a</sup>	527.7 <sup>a</sup>	29.9 <sup>a</sup>
Altas Densidades Plantas	46.5 <sup>a</sup>	89.1 <sup>a</sup>	10.1 <sup>b</sup>	149.3 <sup>a</sup>	486.0 <sup>a</sup>	29.0 <sup>a</sup>
Localidad por Tecnología						
Cevag/Doble Hilera	47.8 <sup>e</sup>	91.5 <sup>a</sup>	19.9 <sup>a</sup>	140.7 <sup>a</sup>	524.4 <sup>a</sup>	31.6 <sup>a</sup>
Cevag/Densidad óptima	50.3 <sup>abc</sup>	91.0 <sup>b</sup>	10.1 <sup>c</sup>	244.3 <sup>a</sup>	794.8 <sup>a</sup>	30.9 <sup>a</sup>
Cevag/Micorriza	50.0 <sup>abcd</sup>	91.0 <sup>b</sup>	10.2 <sup>c</sup>	190.6 <sup>a</sup>	629.1 <sup>a</sup>	31.3 <sup>a</sup>
Cevag/Micorriza+50% FQ	50.5 <sup>a</sup>	91.0 <sup>b</sup>	11.3 <sup>bc</sup>	200.4 <sup>a</sup>	617.1 <sup>a</sup>	33.3 <sup>a</sup>
Cevag/Altas Densidades	48.8 <sup>de</sup>	91.0 <sup>b</sup>	11.9 <sup>b</sup>	183.3 <sup>a</sup>	558.3 <sup>a</sup>	31.4 <sup>a</sup>
Localidad por Tecnología						
Madero/Doble Hilera	43.8 <sup>b</sup>	85.8 <sup>d</sup>	19.6 <sup>a</sup>	113.5 <sup>a</sup>	230.9 <sup>a</sup>	25.0 <sup>a</sup>
Madero/Densidad óptima	44.3 <sup>b</sup>	87.5 <sup>abc</sup>	7.2 <sup>bc</sup>	90.1 <sup>a</sup>	306.5 <sup>a</sup>	26.4 <sup>a</sup>

Madero/Micorriza	45.8 <sup>a</sup>	88.0 <sup>a</sup>	6.1 <sup>c</sup>	86.0 <sup>a</sup>	445.0 <sup>a</sup>	25.7 <sup>a</sup>
Madero/Micorriza+50% FQ	44.8 <sup>ab</sup>	88.0 <sup>a</sup>	7.2 <sup>bc</sup>	105.5 <sup>a</sup>	438.3 <sup>a</sup>	26.5 <sup>a</sup>
Madero/Altas Densidades	44.3 <sup>b</sup>	87.3 <sup>bc</sup>	8.3 <sup>b</sup>	115.2 <sup>a</sup>	413.7 <sup>a</sup>	26.6 <sup>a</sup>

Valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes.

Las interacciones estadísticamente más sobresalientes en la localidad de Durango fueron para la F, MF y PI m<sup>-2</sup> con la tecnología de DH. Para el RG, RP y P100S, todas las interacciones fueron estadísticamente iguales, sin embargo, las tecnologías DOP y M+50%FQ superaron en 72.8 g m<sup>-2</sup>, o 728 kg ha<sup>-1</sup> y 32.9 g m<sup>-2</sup>, o 320 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente al resto de las tecnologías. Estos resultados indican el efecto diferente de las tecnologías sobre la fenología de la planta, sin embargo, fue más evidente que las tecnologías DH y ADP por la alta competencia entre las plantas acortaron la F y disminuyeron el RG y RP. Las altas densidades de plantas fueron afectadas por la escasa precipitación que se acumuló durante el ciclo del cultivo, la cual no fue suficiente para satisfacer la demanda y se fundamenta con la obtención de mayores rendimientos de grano y paja obtenidos con el resto de las tecnologías. Se enfatiza entonces que, las mejores tecnologías para la producción de grano en esta localidad fueron la DOP y M+50%FQ. Al respecto White (1985) señaló que las densidades de población se asociaron negativamente con el número de vainas, lo que significa que las altas densidades disminuyen el número de vainas que es un componente importante del rendimiento. Con respecto a la combinación de micorriza con fertilizante químico, Díaz *et al.*, (2012) mencionan la posibilidad de disminuir la dosis de fertilizante químico al encontrar buena respuesta en el rendimiento de grano de maíz. Esto fue debido a que las micorrizas al colonizar las raíces de las plantas incrementan la capacidad para adquirir nutrimentos minerales del suelo, explorando mayor volumen (Vega, 2004) lo cual complementa la nutrición de la planta, de esta forma los hongos también contribuyen a la nutrición del suelo porque incrementan la actividad microbiana (Blanco y Salas, (1997); Barea (2003).

En la localidad de Madero las interacciones estadísticamente más sobresalientes mostraron el mismo comportamiento que en la localidad de Durango. esto indica, que las tecnologías DH y ADP, acortaron el ciclo del cultivo por la mayor competencia entre las plantas, aunque, el RG fue más alto en comparación con el resto de las tecnologías. En relación con estos datos de rendimiento de grano aparentemente contradictorios entre las dos localidades, cabe mencionar que la cantidad de plantas correspondiente a la tecnología de ADP en la localidad de Madero, fue muy similar a la densidad de población que se tuvo con la tecnología de DOP en la localidad de Durango que fue con la que se obtuvo mayor rendimiento. También es importante resaltar

que el RG obtenido con la tecnología M+50%FQ con menor densidad de plantas fue muy similar al que se obtuvo con la tecnología DOP, por lo que se indica que también en la localidad de Madero, esas dos tecnologías fueron las mejores en la producción de grano.

En el caso de la combinación de biofertilizantes con la fertilización química, Pajarito (2012) mencionó que el uso de la Micorriza y otros inoculantes incrementaron el número de vainas, granos y el rendimiento de frijol en condiciones de escasa precipitación.

### CONCLUSIONES

Las mejores tecnologías para la producción de grano fueron densidades óptimas de población y Micorriza +50% de fertilizante químico.

Con la tecnología Micorriza+50% de fertilizante químico se pueden reducir los costos de producción del cultivo de frijol.

Las tecnologías doble hilera y altas densidades de población acortaron el ciclo del cultivo y disminuyeron el rendimiento de grano.

### BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial-Instituto Mexicano para la Competitividad (BM-IMC). 2007. Departamento de Desarrollo Sostenible Región de América Latina y el Caribe. Implicaciones para los productores y consumidores mexicanos. México, D.F. 3-5 pp.
- Barea, J. M. 2003. Interés y aplicación de las micorrizas horto-fruticultura. Congreso Mundial de Aguacate. 306-307. pp. [http://www.avocadosource.com/WAC5\\_Abstract\\_p306\\_.pdf](http://www.avocadosource.com/WAC5_Abstract_p306_.pdf).
- Blanco, F. A. y Salas, E. A. 1997. Micorrizas en la agricultura: contexto mundial. Rev. Agronomía costarricense. 21(1) 55-57 pp.
- Díaz F., A.; Salinas G., J. R.; Valadéz G., J.; Cortinas E., H. M.; Loredó O., C.; Pecina Q. V.; Pajarito R., A.; Amado A., J. y González G., D. 2012. Impacto de la Biofertilización del maíz en el Norte de México. Folleto Técnico No. MX-0-310301-25-03-13-09-54. INIFAP-CIRNO. Casmpo Experimental Río Bravo. Tamaulipas. 30 p.
- González E., I. Sánchez V., E. I. Cuellar R., J. L. Jolalpa B., J. A. Acosta G., F. J. Ibarra P y S. Wood. 2009. Impactos Económicos y sociales de la variedad de frijol Pinto Saltillo. Serie: Estudios de Evaluación del Impacto Económico de productos del INIFAP. Publicación Técnica Núm. 27, INIFAP. México, D.F. 47 p.
- Little, M. T. and F. J. Hills. 1989. Métodos estadísticos para la investigación en la Agricultura. Ed. Trillas. Segunda Edición, Mexico, D.F. 26 p
- Pajarito R., A. 2012. Uso de Biofertilizantes en la Producción de frijol en el estado de Durango. Libro Técnico No. 6. SAGARPA.INIFAP-CIRNOC-CEVAG. Durango, Dgo. 109 p.
- SIAP-SAGARPA. 2011. México, D.F. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado en línea, agosto 2013.
- Soltero D., L.; 1992. Interacción entre densidad de siembra y genotipo en sorgo para grano en Ocotlán, Jalisco. Rev. Fitotec. Mex. México. 15(1):95-100.
- Trujillo A. J.; 1985. Comportamiento de poblaciones homogéneas y heterogéneas de sorgo para grano *Sorghum bicolor* (L.) Moench en diferentes ambientes. Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 80 p.
- Vega, J. 2004. Aplicaciones de las micorrizas arbusculares (MA) sobre plataneras micropropagadas. Memorias del Taller Internacional sobre producción de banano orgánico y ambientalmente amigable. 106-107 pp. [http://musalit.inibap.org/pdf/IN02008\\_es.pdf](http://musalit.inibap.org/pdf/IN02008_es.pdf).

- White J. W. 1985. Conceptos básicos de fisiología en frijol. In: Frijol: Investigación y Producción .Editores: Marceliano López, Fernando Fernández y Aart van Schoonhoven . PNUD. CIAT. Cali, Colombia. 43-60 pp.
- Zandate H., R. y B. Cázares E. 1998. Rendimiento de grano y producción de materia seca del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en tres fechas de siembra en Zacatecas. In: XVII Congreso de Fitogenética. Memorias. Acapulco Guerrero. México.



## **FUENTES DE NITRÓGENO EN LA EVALUACIÓN FISIOLÓGICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zeamays* L.)**

**Ramírez – Torres, Rosibel<sup>1</sup>; Orozco – Vidal, Jorge Arnaldo<sup>2\*</sup>; Crispín - Del Rio Zaida<sup>2</sup>;  
Segura- Castruita Miguel Angel<sup>2</sup>; Yescas- Coronado Pablo<sup>2</sup>; Fortis- Hernández  
Manuel<sup>2</sup>Cabrera - Reyes Juan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Tesista de la Maestría en Ciencias en Suelos División de Estudios de Posgrado e Investigación –Instituto Tecnológico de Torreón, <sup>2</sup> Profesor Investigador División de Estudios de Posgrado e Investigación –Instituto Tecnológico de Torreón\*[joorvi66@hotmail.com](mailto:joorvi66@hotmail.com); DEPI- ITT

### **INTRODUCCIÓN**

El nitrógeno es el elemento que más limita el rendimiento del cultivo de maíz ya que participa en diferentes procesos como la síntesis de proteínas y es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducción severa en el crecimiento del cultivo. Hoy en día, la producción de forrajes de alta calidad sin el uso de fertilizantes sintéticos y haciendo un uso eficiente de agua, es una necesidad en áreas donde la limitación de recursos naturales es alarmante (Salazar *et al.*, 2007).

Con el fin de incrementar la eficiencia de la fertilización nitrogenada desde hace más de 60 años se comenzó a trabajar en el desarrollo de inhibidores de la nitrificación. Estos compuestos, añadidos a los fertilizantes granulados, solubles o líquidos, inhabilitan temporalmente la acción de las bacterias nitrosomonas, retrasando la oxidación de  $\text{NH}_4$  a  $\text{NO}_2$  (primer paso de la nitrificación) imposibilitando su final transformación en nitrato,  $\text{NO}_3$ . El  $\text{NH}_4$  es una fuente adecuada para la nutrición nitrogenada de las plantas, con la ventaja de una tasa de pérdida por lixiviación muy baja (Zerulla *et al.*, 2001).

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales de mayor producción a nivel mundial, y es el sostén económico y fuente principal de energía y proteína de millones de personas (Melesio *et al.*, 2008).

Un método conveniente para conocer los aspectos del crecimiento del maíz, es el análisis de crecimiento, el cual requiere de dos tipos de mediciones, el peso seco de la planta y el área foliar. Permittiéndonos conocer el comportamiento fisiológico del cultivo mediante el cálculo de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y la tasa de asimilación neta (TAN). (Sedano *et al.*, 2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado en San Antonio del Coyote que se ubica en el municipio de Matamoros, Coahuila de Zaragoza; México. Presentando las siguientes coordenadas geográficas latitud 25° 32' 40" y longitud de 103° 26' 33" con una altitud de 1,120 msnm.

Se utilizó semilla de maíz híbrido (*Zea mays* L.) HT9019Y. La siembra se realizó el día 4 de abril del año 2013; colocando la semilla a una profundidad de 3 a 5 cm, con una distancia entre surcos de 72 cm y 15 cm entre plantas. Arrojando una densidad de 9 plantas por m<sup>2</sup>. Se aplicaron cuatro riegos, uno de aniego y tres de auxilio a los 40, 60 y 80 días después de la siembra (dds). La fertilización fue una sola dosis a partir de dos fuentes de Nitrógeno (160-80-00) **TRADICIONAL (Urea)**: Nitrógeno 46% ;**ENTEC**: Nitrógeno 26% y una fuente de fosfato (MAP 11-52-00). Los tratamientos fueron evaluados bajo un diseño de Bloques al Azar con ocho repeticiones. Se realizaron 4 muestreos de dos plantas por tratamiento cada 20 días (20, 40, 60, 80 dds). El muestreo consistió en extraer la planta completa, posteriormente en el laboratorio se separaron los órganos vegetativos (raíz, tallo y hojas) y órganos reproductivos (flores y frutos); colocándolas en bolsas de papel llevándolas a una estufa de desecación a 62 °C por 24 horas para obtener el peso seco de la planta. Con los valores de Materia seca de las láminas foliares, Materia Seca de tallos, Materia Seca total, área foliar y el tiempo entre muestreos se evaluó la eficiencia fotosintética del cultivo así como la velocidad de los procesos metabólicos a partir de los índices de crecimiento de acuerdo con Radford (1967), Hunt (1978) y Escalante y Kohashi (1993).

### a) Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC)

$$TCC = \frac{P2 - P1}{A (T2 - T1)} \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$$

### b) Tasa de asimilación neta (TAN)

$$TAN = \left( \frac{PS2 - PS1}{AF2 - AF1} \right) \times \left( \frac{\text{Log } e \text{ AF2} - \text{Log } e \text{ AF1}}{T2 - T1} \right) \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$$

Todas las variables fueron sometidas a análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental de bloques al azar con ocho repeticiones. La comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey (0.05). Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS (6.0).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Índices de crecimiento para fuentes de nitrógeno

En el cuadro 1 se indica que para la variable TCC con las fuentes de nitrógeno se presentó una fase lenta hasta los 40 días después de la siembra, para luego presentar incrementos estadísticamente significativos entre los tratamientos, observándose que con la fuente de nitrógeno ENTEC la planta presentó la mayor actividad metabólica al observarse los valores más altos a lo largo de todo el ciclo.

Con este tratamiento la planta acumuló una mayor cantidad de fotoasimilados dentro de este periodo, presentando la mayor acumulación a los 60-80 días después de la siembra. La breve duración de máximo valor de TCC y su posterior caída en la acumulación coincide a lo planteado por Brown (1984) citado por Baracaldo *et al.*, (2010), considerando que la TCC es baja en estadios tempranos del desarrollo debido a la cobertura incompleta y al bajo porcentaje de luz. De tal forma que a partir de la TCC pudimos indicar una diferencia de rendimiento generados por los tratamientos de fertilización.

Para la variable TAN el tratamiento ENTEC fue el que presentó la mayor tasa de asimilación neta de los 60 – 80 días después de la siembra, donde se obtuvo el valor más altos con diferencia de 5.875 g día<sup>-1</sup> presentando así una mayor eficiencia fotosintética ante el tratamiento tradicional, lo que se puede explicar por la asignación de los fotoasimilados a las flores y frutos, en este mismo periodo dentro de los tratamientos.

**Cuadro. 1. Índices de crecimiento para fuentes de nitrógeno.**

FUENTES	ÍNDICES	20 - 40 dds	40 - 60 dds	60 - 80 dds	20 - 80 dds
		g m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup>	g m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup>	g m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup>	g m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup>
Tradicional	TCC	7.25a	19.13 <sup>a</sup>	81.50b	36.49b
ENTEC		7.250a	16.25 <sup>a</sup>	106.63 a	43.89a
Tradicional	TAN	8.63a	8,75a	32.50b	36.73a
ENTEC		8.75a	7.13a	38.37a	35.61a

TCC=tasa de crecimiento de cultivo; TAN=tasa de asimilación neta; dds=días después de la siembra; Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0,05$ )

### CONCLUSIONES

El tratamiento ENTEC fue más eficiente fotosintéticamente al presentar los valores más altos de TAN (tasa de asimilación neta).

El cultivo presentó su mayor actividad metabólica con la fuente nitrogenada ENTEC al presentar los valores más altos para TCC (tasa de crecimiento del cultivo).

Ambas fuentes de nitrógeno permitieron una mayor eficiencia fisiológica del cultivo de los 60-80 DDS. Correspondiendo a los valores más altos de TCC y TAN en su ciclo vegetativo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Brown, R.H. 1984. Growth of the green plant. Pp. 153-174. En: physiological basis of crop growth and development. American Society of Agronomy, Madison.
- Escalante E., J.A. y J. Kohashi S. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para toma de datos. Centro de Botánica-Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. Studies in Biology 96. Edward Arnold. London, UK.
- Melesio C., J. L.; Preciado O., R.E.; Terrón I., A. D.; Vázquez C., M.G.; Herrera M., P.; Amaya G., C.A.; Serna S., S.O. 2008. Potencial productivo, propiedades físicas y valor nutrimental de híbridos de maíz de alta calidad proteínica. Agric. Téc. Méx. 34:225-233.
- Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae - their use and abuse. Crop Sci. 7: 171-175.
- Salazar Sosa, E., H. I. Trejo Escareño, C. Vázquez Vázquez y J. D. López Martínez. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. Rev. Int. Bot. Exp. 76: 169-185.
- Sedano C., G., V.A.; González H., E.M.; Engleman y C. Villanueva V. 2005. Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita. Revista Chapingo serie horticultura. 11: 291 – 297.
- Zerulla W.; Barth T.; Dressel J.; Erhardt K.; Horchler K.; Pasda G.; Radle M.; Wissemeyer A. 2001. 3,4 Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. Biol. Fertil. Soils 34: 79 – 84.

## **FUENTES DE NITROGENO SOBRE LA PARTICION DE BIOMASA EN EL CULTIVO DE MAÍZ**

**González – Roblero, Esperanza.<sup>1</sup>; Orozco – Vidal, Jorge Arnaldo<sup>2\*</sup>; Crispín - Del Rio Zaida<sup>2</sup>; Segura- Castruita Miguel Angel<sup>2</sup>; Yesca- Coronado Pablo<sup>2</sup>; Preciado- Rangel Pablo<sup>2</sup>; Cabrera - Reyes Juan<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Tesista de la Maestría en Ciencias en Suelos División de Estudios de Posgrado e Investigación –Instituto Tecnológico de Torreón, <sup>2</sup> Profesor Investigador División de Estudios de Posgrado e Investigación – Instituto Tecnológico de Torreón; DEPI- ITT \*: [joorvi66@hotmail.com](mailto:joorvi66@hotmail.com)

### **INTRODUCCION**

En México el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) es el más importante por su superficie sembrada, valor de la producción, por ser el alimento principal y por ocupar el 20 por ciento de la población económicamente activa (Zamora *et al.*, 2007)

Al igual que en la mayoría de los cultivos, en maíz existe una estrecha relación entre rendimiento y producción de biomasa aérea, lo cual depende de la cantidad de radiación fotosintéticamente activa. La asimilación de materia seca y su distribución dentro de la planta, son procesos importantes que determinan la productividad del cultivo. (Vega *et al.*, 2001)

El crecimiento y el rendimiento de una planta de maíz está en función de su potencial genético, y una buena distribución de la biomasa puede traducirse en mayor productividad si se acumula mayor mente en las estructuras de interés económico, como es el rendimiento en grano. (Pagano y Maddonni, 2007)

El rendimiento del maíz, al igual que la mayoría de las especies cultivadas, muestra alta dependencia de nitrógeno (N) y al agua durante su ciclo biológico. El N es el nutrimento mas crítico en un programa de fertilización en virtud de que es esencial para un desarrollo óptimo del cultivo. (Vega *et al.*, 2001)

Con el fin de incrementar la eficiencia de la fertilización nitrogenada desde hace más de 60 años se comenzó a trabajar en el desarrollo de inhibidores de la nitrificación. Estos compuestos, añadidos a los fertilizantes granulados, solubles o líquidos, inhabilitan temporalmente la acción de la bacterias nitroso monas, retrasando la oxidación de  $\text{NH}_4$  a  $\text{NO}_2$  (primer paso de la nitrificación) imposibilitando su final transformación en nitrato,  $\text{NO}_3$ . El  $\text{NH}_4$  es una fuente adecuada para la nutrición nitrogenada de las plantas, con la ventaja de una tasa de perdida por lixiviación muy baja (Zerulla *et al.*, 2001).

---

---

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado en San Antonio del Coyote que se ubica en el municipio de Matamoros, Coahuila de Zaragoza; México. Presentando las siguientes coordenadas geográficas latitud 25° 32' 40" y longitud de 103° 26' 33" con una altitud de 1,120 msnm.

Se utilizó semilla de maíz híbrido (*Zea mays L.*) HT9019Y la cual se sembró el día 4 de abril del año 2013; colocándola a una profundidad de 3 a 5 cm, con una distancia entre surcos de 72 cm y 15 cm entre plantas. Arrojando una densidad de 9 plantas por m<sup>2</sup>. Se aplicaron cuatro riegos, uno de aniego y tres de auxilio a los 40, 60 y 80 días después de la siembra (dds). La fertilización fue una sola dosis a partir de dos fuentes de Nitrógeno (160-80-00) **TRADICIONAL (Urea):** Nitrógeno 46% ;**ENTEC:** Nitrógeno 26% y una fuente de fosfato (MAP 11-52-00). Los tratamientos fueron evaluados bajo un diseño de Bloques al Azar con ocho repeticiones. Se realizaron 4 muestreos de dos plantas por tratamiento cada 20 días (20, 40, 60, 80 días después de la siembra).

El muestreo consistió en extraer la planta completa, posteriormente en el laboratorio se separaron los órganos vegetativos (raíz, tallo y hojas) y órganos reproductivos (flores y frutos); colocándolas en bolsas de papel llevándolas a una estufa de desecación a 62 °C por 24 horas para obtener el peso seco de la planta.

Con los valores obtenidos de materia seca de láminas foliares, materia seca de tallos y materia seca total, se determinó la acumulación y asignación de biomasa en los diferentes órganos de la planta.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis estadístico mostró diferencia estadística significativa en la asignación y acumulación de biomasa para las fuentes de Nitrógeno (Cuadro 1). La fase lenta del crecimiento se presentó durante los primeros 20 dds para las dos fuentes de nitrógeno, posteriormente la fase rápida en ambas fuentes se observó a los 40 y 60 dds, la máxima acumulación de biomasa se obtuvo a los 80 dds.

**Cuadro 1.** Acumulación de biomasa para fuentes de nitrógeno.

DDS	FUENTE	HOJAS	TALLO	FRUTO	PST
		gr m <sup>-2</sup>	gr m <sup>-2</sup>	gr m <sup>-2</sup>	gr m <sup>-22</sup>
20	TRADICIONAL	12.80 a	5.86 a		25.59 a
	ECTEC	11.32 a	5.700 a		21.88 b
40	TRADICIONAL	88.30 a	51.087 a		179.68 a
	ENTEC	87.85 a	54.546 a		180.08 a
60	TRADICIONAL	193.88 a	204.36 a	7.85 a	572.86 a
	ENTEC	176.82 a	169.52 a	10.63 a	511.22 a
80	TRADICIONAL	211.65 b	862.55 a	392.69 a	2215.19 b
	ENTEC	279.98 a	917.82 a	531.41 a	2655.39 a

dds=días después de la siembra; Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0,05$ )

En las primeras etapas de desarrollo del cultivo, la acumulación de materia seca en los órganos vegetativos fue mayor que en los reproductivos sin embargo, al avanzar el crecimiento de las plantas esta condición se invirtió presentándose una asignación de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos, resultados similares fueron reportados en el cultivo de algodón (Herón, 2014). Registrándose esta mayor asignación de foto asimilados al utilizar la fuente de Nitrógeno Entec. Observándose que la acumulación de biomasa total en las primeras fases del cultivo los valores más altos se obtuvieron con la Fuente de Nitrógeno TRADICIONAL sin embargo a partir de los 60 dds la acumulación de biomasa es mayor con la fuente ENTEC lo cual puede ser explicado por lo citado por (Zerulla *et al.*, 2001). Indicando que los fertilizantes ENTEC generan el mejor aprovechamiento del nitrógeno por el maíz, donde el nitrógeno estabilizado permanece en el suelo, disponible para el maíz, durante un largo periodo de tiempo.

## CONCLUSIÓN

La acumulación de biomasa total del cultivo fue generada mediante el uso de la fuente de fertilización Nitrogenada ENTEC.

Con respecto a la partición de biomasa hacia los diferentes órganos de la Planta y por tratarse de un Híbrido Forrajero se observa mayor acumulación hacia Tallos posteriormente en Hojas y por ultimo en frutos prevaleciendo los valores más altos con la fuente Nitrogenada ENTEC.

## BIBLIOGRAFÍA

- Pagano, E. y G.A. Maddoni. 2007. Intra-specific competition in maize: early established hierarchies differ in plant growth and biomass partitioning to the ear around silking. *Field Crops Res.* 101, 306–320.
- Vega C.R.C. F.H. Andrade y V.O. Sadras. 2001. "Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower, and maize". *Field Crops Research* 72:163-175.
- Zamora S. L.F.E 2007. Eficiencia en el uso del agua en maíz (*Zea mays* L.) con riego por goteo en el valle de la paz, baja california sur, México. *Revista Ciencia Técnicas Agropecuarias*, Vol. 16, No. 3.
- Zerulla W. Barth T. Dressel J. Erhardt K.; Horchler K. Pasda G. Radle M. Wissemeier A. 2001.3,4 Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a New nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biol. Fertil. Soils* 34: 79 – 84.



## **TECNOLOGÍAS GENERADAS POR EL INIFAP PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE DE MAÍZ DE TEMPORAL EN DURANGO**

**Arnulfo Pajarito Ravelero<sup>1</sup> y Leticia Mar Tovar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. E-mail [pajarito.arnulfo@inifap.gob.mx](mailto:pajarito.arnulfo@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de maíz ocupa el tercer lugar en la producción mundial después del arroz y el trigo. Se cultiva una superficie de 106 millones de hectáreas aproximadamente con un volumen de producción de 215 millones de toneladas lo que equivale a un rendimiento de 2.0 toneladas por hectárea en promedio. Se adapta a diversas condiciones ecológicas y edáficas por lo cual se cultiva en casi todo el mundo (Pearson *et al.*, 1991). En México, la demanda de grano de maíz para consumo humano y pecuario es de 25 millones de toneladas en promedio y solo se producen alrededor de 20 millones de toneladas (FATUS, 2003), lo cual evidencia la demanda, a pesar de que regionalmente hay áreas en las que obtienen rendimientos de 10 toneladas por hectárea (Pearson *et al.* 1991). El maíz desde el punto de vista social, es el cultivo más importante como fuente de alimento de la población con un consumo de 180 kg *per cápita* por año y una superficie de siembra de 7.5 millones de hectáreas en promedio. A este cultivo, se dedican 3.5 millones de productores lo cual significa que un habitante por cada cuatro económicamente activos está involucrado en la producción de maíz (Puga, 1999).

En el estado de Durango (sin incluir la región lagunera) se siembran 50,000 ha de maíz bajo condiciones de riego y más de 150,000 hectáreas de temporal con un rendimiento promedio de 4.0 y 1.3 t ha<sup>-1</sup> respectivamente (Castro, 2002). En ambas condiciones de cultivo, los rendimientos son bajos y en particular los de temporal, debido principalmente a la escasa y mal distribuida precipitación pluvial, al uso limitado de insumos tecnológicos y a los altos costos de producción (Pajarito *et al.*, 2006). Por esta razón el objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes tecnologías generadas por el INIFAP y seleccionar la mejor en producción de grano y forraje de maíz y costos de producción.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de temporal durante el ciclo primavera verano de 2012 en las localidades de Durango (Campo Experimental Valle del Guadiana), ubicado en latitud N 24°01', longitud W 104°44' y altitud 1889 msnm, y Francisco I. Madero (Sitio Experimental) que se encuentra en latitud N 24°20', longitud W 104°20' y una altitud de 1932

msnm. Los suelos están caracterizados como de textura migajón-arcilloso y migajón-arcillo-arenoso en cada localidad, respectivamente. Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, las fechas de siembra fueron para Durango el 9 de julio y para Madero el 18 de julio de 2012. Se utilizó la variedad VS-204, la parcela total fue de 0.5 ha, en donde se aplicaron las tecnologías: Doble Hilera + Fertilización Química 100% (DH+FQC), Micorriza (M), Micorriza + Fertilización Química 50 % (M+FQ50%) y Fertilización Química 100% (FQC). La variedad VS-204 es una variedad sintética derivado del híbrido H-204, la cual es similar en características agronómicas, rinde 12 % menos pero tiene la ventaja de que la semilla se puede utilizar en la próxima siembra (INIFAP, 2005); la DH, consistió en sembrar dos hileras de plantas en el lomo del mismo surco a una separación de 20 cm. entre ellas; la M es un biofertilizante formulado a base de hongos del género *Glomus* que se aplicó como inoculante a razón de 1 kg para 15 kg de semilla, suficiente para una hectárea; M+FQ50%, en esta combinación, el uso de la M fue como se mencionó en el paso anterior y la FQ50% como se indica, consistió en utilizar la mitad de la dosis 30-30-00 recomendada por el INIFAP para el cultivo del maíz de temporal, para lo cual se utilizó 35 kg de urea y 35 kg de superfosfato triple (SPT); como FQC se aplicó la fórmula 30 30 00 recomendada por el INIFAP para el cultivo de maíz en temporal para lo cual se aplicó 65 kg de urea y 65 kg de SPT: La inoculación de la semilla se hizo previo al momento de la siembra y la aplicación del fertilizante químico al momento de la siembra. La parcela experimental fue de 15 surcos de 20 m de largo y 0.81 m entre surcos; se tomaron datos de emergencia en días después de la siembra (DDS), floración (F) y madurez fisiológica (MF) en DDS, forraje verde (FV), rendimiento de grano (RG) y sus componentes, número de plantas por m<sup>2</sup> (PI m<sup>-2</sup>) y mazorcas por m<sup>2</sup> (Mz m<sup>-2</sup>). Para estimar la producción de FV se realizaron muestreos de 1 m lineal por repetición en cada una de las tecnologías aplicadas, esto se hizo en la etapa de elote cuando el grano estuvo en la etapa lechoso masoso y para estimar Mz m<sup>-2</sup>, PI m<sup>-2</sup> y RG, se tomó una muestra de 4 surcos de 5 m de largo por cada repetición y tecnología en la etapa de cosecha. También se registró la precipitación y la temperatura durante el ciclo de cultivo a través de una estación climatológica ubicada en cada sitio donde se establecieron los trabajos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en cada uno de las localidades de estudio. La aleatorización de las tecnologías hizo como lo marca el propio diseño utilizado. La información se analizó bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial de dos factores, donde el factor A fue la localidad (L) y el B la tecnología (T), esto se hizo con el propósito de observar alguna interacción entre la localidad y la tecnología aplicada (LXT), además para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico Software MSTAT C® MS DOS de la Universidad Estatal de Michigan (MSU).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre localidades, para F masculina y femenina y FV y solo significativas para MF y RG (Cuadro 1). También entre tecnologías se observaron diferencias altamente significativas para PI m<sup>-2</sup>, F y solo significativas para el P100S. En cuanto a las interacciones, estas no fueron significativas para ninguna variable y de los CV el valor más bajo correspondió a la MF del cultivo y el más alto para el RG.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes variables en el cultivo de maíz en las localidades de Durango y Francisco I. Madero, Dgo., 2012.

Variable	Localidad (L)	Tecnología (T)	L x T	C. V. (%)
Plantas m <sup>-2</sup>	22,888,900.0	2,619,100,000.0**	28,700,600.0	29.0
Flor masculina (DDS)	58.0**	4.4**	0.5	2.4
Floración femenina (DDS)	19.4**	8.2**	0.5	2.4
Madurez fisiológica (DDS)	7.9*	3.0	1.0	1.6
Forraje verde (ton ha <sup>-1</sup> )	2,813.3**	23.4	36.0	25.7
Mazorcas (Mz m <sup>-2</sup> )	0.5	1.0	0.5	20.0
Rend. de grano (t m <sup>-2</sup> ha)	7.9*	1.7	0.5	35.8
Peso 100 S (g)	0.1	14.6*	2.9	11.9

\* Significativo al 0.05 de probabilidad; \*\* Significativo al 0.01 de probabilidad; CV = Coeficiente de variación.

Las diferencias observadas entre localidades probablemente fueron debido a las condiciones ambientales que se presentaron en cada uno de los sitios donde se evaluaron las tecnologías y a las diferentes fechas de siembra establecidas. En Durango la siembra se efectuó el 9 de julio y se acumularon 354 mm de precipitación, el suelo es de aproximadamente 100 cm de profundidad, textura tipo migajón arcilloso, y pH de 6.6; mientras que en la localidad de Madero la siembra fue el 18 de julio y se acumularon 334 mm de lluvia, los suelos son poco profundos con pH de 5.4. Al respecto, la guía técnica del INIFAP (2005) recomienda como fecha optima de siembra para la variedad utilizada (VS 204), el 15 de julio y para variedades de ciclo más tardío el 30 de junio (Pajarito *et al.*, 2006). Deras (2011) menciona que en general, el maíz crece en suelos con un pH entre 5.5 y 7.8, y fuera de estos rangos suele aumentar o disminuir ciertos nutrientes, y que el más adecuado para el cultivo es el de textura franco, debido a que permite un buen desarrollo en el sistema radicular (Robles, 1978).

Las diferencias observadas entre tecnologías, en parte fue debido a la misma naturaleza de las tecnologías aplicadas desde el inicio del trabajo, esto es, que algunas tecnologías incluían

diferentes densidades de población como fue el caso de la DH comparada con el resto de las tecnologías que se sembraron en una sola hilera. Con respecto a las interacciones no encontradas, técnicamente significa, que todas las tecnologías aplicadas al cultivo del maíz tuvieron el mismo efecto, y en cuanto a los CV los valores más bajos significan que la variación entre las unidades experimentales es mínima (Little y Hills, 1989), es posible que esto ocurra cuando una característica está bien definida o es más fácil su medición.

Los promedios de datos para la mayoría de las variables que se observan en el Cuadro 2, fueron estadísticamente más altos en la localidad de Durango excepto para PI m<sup>-2</sup>, Mz m<sup>-2</sup> y P100S. La F y MF del cultivo fue más larga, la producción de FV fue 14.2 t/ha mayor y el RG fue superior en 0.7 t ha<sup>-1</sup>. Estos datos indicaron que las condiciones ambientales y de suelo para la localidad de Durango, así como la fecha de siembra fueron más óptimas que para la localidad de Durango. Aunque no se muestran los datos de altura de planta, esta fue mayor, lo que posiblemente influyó en la producción de forraje, asimismo el número de mazorcas, tendió a ser mayor lo que pudo haber influido también en el RG. Es posible que la mazorca haya tenido mayor tamaño dado la fecha de siembra y mejores condiciones ambientales en la localidad de Durango como ya se mencionó antes, lo que también pudo haber influido en la producción.

Cuadro 2. Promedio de datos para diferentes variables de maíz cultivado con tecnologías INIFAP en las localidades de Durango y Francisco I. Madero, Dgo., 2012.

Localidad/ Tecnología	PI m <sup>-2</sup>	Flor Masc	Flor Fem	MF (Días)	Forraje (t ha <sup>-1</sup> )	Mz m <sup>-2</sup>	RG (t/ha)	P100S (g)
Localidades								
Durango	61,309.5 <sup>a</sup>	60.0 <sup>a</sup>	64.3 <sup>a</sup>	112.0 <sup>a</sup>	45.4 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	21.7 <sup>a</sup>
Madero	60,030.9 <sup>a</sup>	58.0 <sup>b</sup>	63.1 <sup>b</sup>	111.3 <sup>b</sup>	31.2 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>	1.9 <sup>b</sup>	21.8 <sup>a</sup>
Tecnologías								
Doble hilera	101,389.0 <sup>a</sup>	60.6 <sup>a</sup>	66.0 <sup>a</sup>	112.9 <sup>a</sup>	36.5 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	19.1 <sup>c</sup>
Micorriza	55,555.6 <sup>b</sup>	58.8 <sup>b</sup>	63.4 <sup>b</sup>	111.4 <sup>a</sup>	38.7 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	21.3 <sup>bc</sup>
M+FQ50%	55,169.8 <sup>b</sup>	58.6 <sup>b</sup>	63.0 <sup>b</sup>	111.6 <sup>a</sup>	39.3 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	22.1 <sup>bc</sup>
FQC	55,941.4 <sup>b</sup>	58.8 <sup>b</sup>	63.4 <sup>b</sup>	111.0 <sup>a</sup>	37.7 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	22.4 <sup>bc</sup>
Localidad x Tecnología								
Durango/Doble hilera	104,938.0 <sup>a</sup>	61.3 <sup>a</sup>	66.3 <sup>a</sup>	113.3 <sup>a</sup>	40.1 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>	19.1 <sup>a</sup>
Durango/ Micorriza	54,012.4 <sup>a</sup>	59.8 <sup>a</sup>	63.8 <sup>a</sup>	111.5 <sup>a</sup>	48.6 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	22.3 <sup>a</sup>
Durango/M + FQ 50%	54,938.3 <sup>a</sup>	60.0 <sup>a</sup>	63.8 <sup>a</sup>	112.0 <sup>a</sup>	48.3 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	21.9 <sup>a</sup>
Durango/FQC	58,487.7 <sup>a</sup>	59.8 <sup>a</sup>	64.0 <sup>a</sup>	111.0 <sup>a</sup>	43.1 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>	21.5 <sup>a</sup>
Madero/Doble hilera	97,839.5 <sup>a</sup>	60.0 <sup>a</sup>	65.8 <sup>a</sup>	112.5 <sup>a</sup>	32.9 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>
Madero/Micorriza	57,098.8 <sup>a</sup>	57.8 <sup>a</sup>	63.0 <sup>a</sup>	111.3 <sup>a</sup>	28.9 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	20.4 <sup>a</sup>
Madero/M + FQ50%	55,401.2 <sup>a</sup>	57.3 <sup>a</sup>	62.3 <sup>a</sup>	111.3 <sup>a</sup>	30.2 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	22.4 <sup>a</sup>
Madero/FQC	53,395.1 <sup>a</sup>	57.8 <sup>a</sup>	62.8 <sup>a</sup>	111.0 <sup>a</sup>	32.3 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>	23.3 <sup>a</sup>

Valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes.

Entre tecnologías, se observó que con DH estadísticamente número de PI m<sup>-2</sup>, fue mayor la F fue más tardía y el P100S fue más bajo comparado con el resto de las tecnologías entre las que no se observaron diferencias estadísticas para ninguna variable. A pesar de esto, es conveniente resaltar que con la tecnología M+FQ50% se produjo 2.8 t ha<sup>-1</sup> más de FV que la DH, y 1.6 t ha<sup>-1</sup> más que la FQC. También tuvo mayor número de Mz m<sup>-2</sup> y en RG fue superior en 1.2 t ha<sup>-1</sup> a la DH y en 0.3 t ha<sup>-1</sup> a la FQC.

Los resultados anteriores indicaron un efecto negativo de la tecnología DH, sobre la producción de FV, RG y P100S debido a las altas densidades de población. Núñez *et al.* (2006) reportaron que el aumento de la densidad de población después de un punto crítico, puede reducir la cantidad de forraje debido a una disminución de grano. En cuanto a la floración del cultivo, es evidente que la alta competencia entre plantas influyó en el retraso de la fenología del cultivo.

En cuanto a las interacciones, no obstante la ausencia de significancia en ambas localidades como lo mostró el ANVA, cabe indicar algunas observaciones generales y particulares. En lo general, la tecnología DH alargó la fenología del cultivo en ambas localidades (Cuadro 2), pero en Durango, la producción de FV fue menor comparado con el resto de las tecnologías En esta localidad, con las tecnologías M y M+FQ50% se obtuvo 8.5 t ha<sup>-1</sup> más de FV comparado con DH y 5.5 t ha<sup>-1</sup> más que la FQC. El número de Mz m<sup>-2</sup> también fue más alto y en RG la aplicación de M fue sobresaliente ya que produjo 1.6 t ha<sup>-1</sup> más de grano que la DH y 0.6 t ha<sup>-1</sup> más que la FQC. En la localidad de Madero, la producción de FV fue más alta con las tecnologías DH y FQC, pero en número de Mz m<sup>-2</sup> y sobre todo en RG fue mejor la tecnología M+FQ50% que produjo más de 1 t ha<sup>-1</sup> que la DH y 0.3 t ha<sup>-1</sup> más que la FQC. Estos resultados indican que es posible reducir los costos de producción del cultivo de maíz de temporal como lo reportaron Díaz *et al* (2012) en el cultivo de sorgo, al obtener buenos resultados, de producción de biomasa y rendimiento de grano con la combinación de micorriza y fertilizante químico.

### **CONCLUSIONES**

En general para ambas localidades, la mejor tecnología para la producción de grano y forraje de maíz fue M+FQ50%.

En la localidad de Durango, la mejor tecnología para la producción de grano y forraje fue la micorriza.

En la localidad de Madero, las mejores tecnologías para la producción de forraje verde fueron DH y FQC y para la producción de grano M+FQ50%.

Con la tecnología M+FQ50% se pueden reducir los costos de producción del cultivo de maíz en 12 %, al sustituir parcialmente la aplicación de fertilizantes químicos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Castro R., V. M. 2002. Reproducción de semillas básicas de maíz en Durango. Resultados de investigación INIFAP Durango 2001. Publicación especial No. 18. SAGARPA-INIFAP. Campo Experimental "Valle del Guadiana". Durango, Dgo., México. p 53
- Deras F., H. 2011. Guía técnica para el cultivo del maíz. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura en el salvador, centro nacional de tecnología Agropecuaria y forestal. 40 p.
- Díaz F., A., Salinas G., J. R., Valadéz G., J., Cortinas E., H. M. , Loredó O., C., Pecina Q., V., Pajarito R., A., Amado A., J. y González G., D. 2012. Impacto de la Biofertilización del Maíz en el Norte de México. Folleto técnico No. MX- 0-310301 -25 -03 -13 -09 -54. SAGARPA-INIFAP. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental Rio Bravo. 39 p
- FATUS (Foreign Agricultural Trade of the United States). 2003. Database Search, U, S. Department of Agricultural. Economics Research Service. 263 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2005. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia del Campo Experimental Valle del Guadiana. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CEVAG. Durango. Dgo. México. 15-21 pp.
- Little, M. T. and F. J. Hills. 1989. Métodos Estadísticos para la Investigación en la agricultura. Ed. Trillas, Segunda Edición, México, D.F. 26 p
- Núñez H. G., González C. F., Faz C. R., Figueroa V. U., Peña R. A, 2006. Tecnología de producción de maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Folleto técnico Núm. 13. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC. Centro de investigación. Campo Experimental la Laguna 62 p.
- Pajarito, A., González, H., Castillo, A., López, J. 2006. Alternativas de producción con nuevas tecnologías para las áreas de temporal en Durango. Publicación técnica Num. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CEVAG. Campo Experimental Valle del Guadiana. 26 p.
- Pearson, D. B.; Mondoñedo, J. R.; Peñaloza, I. de la Rosa ; Kirchner C.; Usami, Olmos M. and Atilano D. T. 1991. El maíz. Rev. Agricultura No. 64. Consulta en línea octubre 2013. <http://www.Agrored.com.mx/agricultura/64-Maiz.html>
- Puga S., S. 1999. Determinación de parámetros de estabilidad de híbridos de maíz ASGROW en los Valles irrigados de Durango. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Químicas de la UJED. Durango, Dgo., México p. 18.
- Robles S., R. 1978. Cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) In. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, S.A. Segunda Edición. México D.F. 9-140.

## **TECNOLOGÍAS NUEVAS Y TRADICIONALES PARA LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL DE TEMPORAL EN DURANGO**

**Gabriela del Carmen Ramírez Cabrera<sup>1</sup>, Arnulfo Pajarito Ravelero<sup>2</sup> y José Bernardo Montoya Ayón<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana e <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. e-mail: gdcrc@hotmail.com

### **INTRODUCCIÓN**

El frijol es un grano básico en la alimentación de la población de México, donde se producen alrededor de 974 mil toneladas e importa otras 73,000, principalmente de los Estados Unidos para satisfacer la demanda de los consumidores. Las clases más comunes que se cultivan y comercializan son las de grano negro (39.0%), claro (48.0%) y pinto (12%), aunque la preferencia tanto en su consumo como en producción varía de una región a otra (BM-IMC, 2007). Las diferencias en la producción para autoconsumo y comercial también contrastan con la tecnología utilizada (BM-IMC, 2007) y la condición de humedad en la cual se cultiva; mientras que en riego se produce  $1.559 \text{ tha}^{-1}$ , en temporal se obtienen  $0.565 \text{ tha}^{-1}$  (SIAP-SAGARPA, 2011). Tal situación se agudiza aún más en regiones con bajo régimen pluvial donde se ubican los estados de Zacatecas, Durango y Chihuahua (SE, 2012) los cuales son los principales productores de frijol. El estado de Durango, como el segundo productor de frijol en el país, siembra 15.1% de la superficie total nacional y aporta 14.6% del volumen total de producción. En el interior del Estado, los principales municipios productores de grano son: Cuencamé (18.0%), Guadalupe Victoria (17.7%), Pánuco de Coronado (8.6%), Peñón Blanco (5.4%), Poanas (5.8%) y Santa Clara (5.8%) que suman 61,3 % de la superficie sembrada y aportan el 61.5% de volumen estatal de producción (SIAP-SIACON, 2011). El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar tecnologías nuevas y tradicionales que utiliza el productor, para seleccionar la más sobresaliente en la producción de grano.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de temporal durante el ciclo primavera verano 2012 en los Campos Experimentales del INIFAP ubicados en las localidades de Durango y Fco. I. Madero, Dgo. La primera localidad está ubicada en latitud (N)  $24^{\circ}01'$ , longitud (W)  $104^{\circ}44'$  y altitud 1889 msnm, además los suelos están caracterizados de textura migajón arcilloso. La segunda localidad se encuentra en Latitud (N)  $24^{\circ}20'$ , longitud (W)  $104^{\circ}20'$ , altitud de 1932 msnm y los suelos son de textura migajón-arcillo arenoso. Las siembras se realizaron el 3 y 18

de julio en cada localidad respectivamente. Las tecnologías evaluadas fueron: Fecha de Siembra Retrasada (FSR), Bajas Densidades de Población (BDP), Micorriza INIFAP (MI), MI+50 % de Fertilización Química (M+50%FQ), Fertilización Química Completa (FQC) y Variedad Criolla (VC) Negro Bola. Las tecnologías FSR, BDP, FQC y VC son las que tradicionalmente utiliza el productor y la MI y MI+50%FQ son las tecnologías nuevas que se incluyeron en la evaluación. La FSR se realizó 20 días después de la primera siembra en la localidad de Durango y 12 días después de la primera siembra en la localidad de Fco. I. Madero, estas siembras se hicieron porque muchos productores siembran tarde o porque así se presenta el temporal de lluvias. La tecnología BDP consistió en tener de 4-5 PI por m lineal que es lo que comúnmente tiene el productor en su parcela; la MI es un biofertilizante que se usó como inoculante a la semilla al momento de la siembra; la MI+ 50%FQ consistió en inocular la semilla al momento de la siembra y aplicar el 25 kg de Urea como fuente de Nitrógeno y 25 kg de Superfosfato Triple (SPT), como fuente de Fósforo; la FQC se refiere a la cantidad de fertilizante que aplica el productor a base de 50 kg de Urea 50 Kg de SPT y la VC utilizada fue Negro Bola porque es un material que aún es cultivado por productores del Estado. Cabe mencionar que todas las tecnologías, excepto la VC, se aplicaron utilizando semilla del productor de la variedad Pinto Saltillo. En campo, se utilizó un diseño en Bloques al Azar con cuatro repeticiones; el tamaño de la parcela total fue de 20 surcos de 10 m de largo, separados a 0.81 m. En la etapa de MF se hizo un muestreo de 1 m lineal para estimar el número de vainas llenas (VLLm<sup>2</sup>), y número de granos (Granos m<sup>2</sup>) y para estimar el RG y las PI m<sup>2</sup> se realizó otro muestreo de cuatro surcos de 5 m de largo. También se tomaron datos de floración (F) y de madurez fisiológica (MF) del cultivo, así como el registro diario de la precipitación y temperatura a durante el ciclo del cultivo. Estas últimas dos variables se midieron a través de una estación agroclimática ubicada en cada sitio donde se establecieron los trabajos. La información se analizó como un diseño en Bloques al Azar con arreglo en factorial, donde el factor A fue la localidad (L) y el factor B la tecnología (T).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis de varianza (ANVA) mostró diferencias altamente significativas entre localidades para todas las variables en estudio (Cuadro 1); entre tecnologías, no hubo significancia para ninguna variable y para las interacciones, las más sobresalientes fueron para la F, MF y PI m<sup>2</sup>. En cuanto a los CV, el valor más alto fue para el RG (49.6 %) y el más bajo para la MF. Las diferencias estadísticas observadas entre localidades para todas las variables en estudio como lo indicó el ANVA, fue debido a las diferentes condiciones ambientales y de suelo



presentes en cada sitio de prueba. La precipitación acumulada en Durango fue de 354.2 mm, el suelo es de 80 cm de profundidad, la textura es de tipo migajón arcilloso y el pH de 7.3. En Fco. I. Madero se acumularon 333.6 mm durante el ciclo del cultivo, el suelo es de 35 a 40 cm de profundidad, la textura de tipo migajón areno arcilloso y el pH de 5.7 (Pajarito, 2012). Sin

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes variables del cultivo de frijol en las localidades de Durango y Francisco I. Madero, Dgo., 2012.

Variable	Localidad (L)	Tecnologías (T)	L x T	C. V. (%)
Floración	396.7**	6.3	9.2**	5.9
Madurez Fisiológica	612.5**	49.69	42.56**	5.1
Plantas m <sup>-2</sup>	101.8**	9.5	4.7*	29.5
Vainas llenas	88,866.3**	5,780.0	2,067.7	25.6
No. de granos	1,528,680.0**	83,359.8	44,201.1	28.0
Rendimiento de grano (g m <sup>-2</sup> )	288,366.0**	1,837.0	1,009.2	49.6

\* Significativo al 0.05 de probabilidad; \*\* Significativo al 0.01 de probabilidad; CV = Coeficiente de variación.

embargo, como lo especifican Bandick y Dick (1999) el suelo es un recurso natural y un sistema muy complejo, que aunque permite el sostenimiento de las actividades productivas, por su amplia variabilidad, es difícil establecer una sola medida física, química o biológica que refleje su calidad. Acosta *et al.* (1997) indicaron que las siembras de frijol están determinadas por factores climáticos los cuales varían en cada región y localidad y en el caso del altiplano de México, no se presenta un patrón definido. También es importante indicar que las diferencias observadas en densidades de población se debieron a que las mismas tecnologías aplicadas incluían diferentes densidades de población desde el inicio.

En el Cuadro 2 se presentan los promedios de datos de las variables medidas y se observa que la F y MF del cultivo fueron estadísticamente más largas en la localidad de Durango que en Fco. I. Madero, también el número de Plm<sup>-2</sup>, VLL m<sup>-2</sup>, granos m<sup>-2</sup> y RG fue mayor. El RG fue superior en 126.6 g m<sup>-2</sup>. Estos resultados indican que las condiciones ambientales y de suelo fueron mejores en la localidad de Durango, también la fecha de siembra y la densidad de población pudieron hacer influido en el resultado. La fecha de siembra en Durango fue el 3 de julio y la densidad de población fue de 86,000 Plha<sup>-1</sup> mientras que en Fco. I. Madero la fecha de siembra fue el 18 de julio y la densidad fue de 24,00 Pl ha<sup>-1</sup> menos.

Entre las tecnologías tanto tradicionales como nuevas, los promedios de datos de ambas localidades mostraron que las diferencias para todas las variables en estudio no fueron estadísticamente diferentes, esto, a pesar de que los rangos fueron amplios para algunas

variables. A pesar de estos resultados, se observó que con la tecnología FSR tendió a acortar el ciclo del cultivo de la variedad Pinto Saltillo. El menor número de Plm<sup>-2</sup> se observó para la tecnología de BDP y el más alto para la FSR. El mayor RG (155.6 g m<sup>-2</sup>) fue obtenido con la tecnología FQC seguido por MI+50%FQ que produjo 145.1 g m<sup>-2</sup> lo cual fue debido al mayor número de VLL m<sup>-2</sup>, y granos m<sup>-2</sup>; el menor RG fue obtenido con la tecnología BDP (128.0 g m<sup>-2</sup>) que también mostró el menor número de vainas y granos m<sup>-2</sup>.

Cuadro 2. Promedio de datos para diferentes variables en frijol cultivado en las localidades de Durango y Francisco I. Madero, Dgo.2012.

Fuente de variación	Días a floración	Días a madurez	Plantas m <sup>-2</sup>	Vainas Llenas m <sup>-2</sup>	Granos m <sup>-2</sup>	Rend. grano (g m <sup>-2</sup> )
Localidad						
Durango	49.5 <sup>a</sup>	92.2 <sup>a</sup>	8.6 <sup>a</sup>	206.6 <sup>a</sup>	781.7 <sup>a</sup>	210.5 <sup>a</sup>
Madero	44.8 <sup>b</sup>	86.3 <sup>b</sup>	6.2 <sup>b</sup>	136.3 <sup>b</sup>	490.3 <sup>b</sup>	83.9 <sup>b</sup>
Tecnologías						
FS retrasada	47.6 <sup>a</sup>	91.6 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>	153.4 <sup>a</sup>	574.2 <sup>a</sup>	141.4 <sup>a</sup>
Bajas densidades	46.8 <sup>a</sup>	94.6 <sup>a</sup>	5.2 <sup>a</sup>	131.3 <sup>a</sup>	505.1 <sup>a</sup>	128.0 <sup>a</sup>
Biofertilizante (Micorriza)	46.9 <sup>a</sup>	95.4 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	148.5 <sup>a</sup>	555.4 <sup>a</sup>	135.7 <sup>a</sup>
Micorriza + 50% FQ	47.0 <sup>a</sup>	94.3 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	170.4 <sup>a</sup>	630.7 <sup>a</sup>	145.1 <sup>a</sup>
Fertilización Química Completa	47.0 <sup>a</sup>	94.3 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	182.6 <sup>a</sup>	675.6 <sup>a</sup>	155.6 <sup>a</sup>
Variedad criolla	49.4 <sup>a</sup>	95.1 <sup>a</sup>	7.9 <sup>a</sup>	207.4 <sup>a</sup>	790.1 <sup>a</sup>	177.8 <sup>a</sup>
Localidad x Tecnología						
Durango/ FS retrasada	49.3 <sup>ab</sup>	91.0 <sup>b</sup>	8.6 <sup>ab</sup>	182.1 <sup>a</sup>	706.8 <sup>a</sup>	203.8 <sup>a</sup>
Durango/ Bajas densidades	49.0 <sup>ab</sup>	91.0 <sup>b</sup>	6.2 <sup>b</sup>	152.2 <sup>a</sup>	579.3 <sup>a</sup>	182.8 <sup>a</sup>
Durango/Biof. (Micorriza)	49.0 <sup>ab</sup>	90.3 <sup>b</sup>	9.6 <sup>a</sup>	184.9 <sup>a</sup>	662.1 <sup>a</sup>	197.8 <sup>a</sup>
Durango/ Micorriza + 50% FQ	49.0 <sup>ab</sup>	91.0 <sup>b</sup>	8.6 <sup>ab</sup>	181.8 <sup>a</sup>	681.2 <sup>a</sup>	207.5 <sup>a</sup>
Durango/ Fert. Qca. Completa	49.5 <sup>b</sup>	90.5 <sup>b</sup>	8.1 <sup>ab</sup>	200.0 <sup>a</sup>	764.5 <sup>a</sup>	216.9 <sup>a</sup>
Durango/ Variedad criolla	54.5 <sup>a</sup>	103.3 <sup>a</sup>	10.4 <sup>a</sup>	258.0 <sup>a</sup>	1,013.3 <sup>a</sup>	270.1 <sup>a</sup>
Madero/ FS retrasada	46.0 <sup>a</sup>	80.0 <sup>b</sup>	9.5 <sup>a</sup>	124.7 <sup>a</sup>	441.7 <sup>a</sup>	78.9 <sup>a</sup>
Madero/ Bajas densidades	44.5 <sup>bc</sup>	87.5 <sup>a</sup>	4.2 <sup>c</sup>	110.5 <sup>a</sup>	430.9 <sup>a</sup>	73.2 <sup>a</sup>
Madero/Biof. (Micorriza)	44.8 <sup>bc</sup>	87.0 <sup>a</sup>	6.7 <sup>b</sup>	112.0 <sup>a</sup>	448.8 <sup>a</sup>	73.7 <sup>a</sup>
Madero/ Micorriza + 50% FQ	45.0 <sup>bc</sup>	87.0 <sup>a</sup>	5.7 <sup>bc</sup>	158.9 <sup>a</sup>	580.3 <sup>a</sup>	82.7 <sup>a</sup>
Madero/ Fert. Qca. Completa	44.5 <sup>bc</sup>	87.0 <sup>a</sup>	5.1 <sup>bc</sup>	165.1 <sup>a</sup>	586.7 <sup>a</sup>	94.3 <sup>a</sup>
Madero/Variedad criolla	44.3 <sup>c</sup>	87.0 <sup>a</sup>	5.4 <sup>bc</sup>	156.8 <sup>a</sup>	567.0 <sup>a</sup>	85.5 <sup>a</sup>

Valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes.

Cabe mencionar que la VC mostró el mayor RG, sin embargo, es una variedad comercialmente menos demandante y de menor precio comparada con el Pinto Saltillo. Los datos anteriores evidencian que cuando se tiene un número adecuado de plantas se puede esperar un buen rendimiento porque permite aprovechar al máximo los recursos disponibles, en cualquier cultivo (Salinas *et al.*, 2008), comparado con las bajas densidades. Reta *et al.* (2000) indican que las densidades de siembra, y una distribución correcta de plantas, son técnicas que incrementan el

rendimiento de los cultivos por unidad de superficie. Ramírez *et al.* (2012), Palomo *et al.* (2003) y Boquet (2005) en el cultivo de algodón también reportan mayor rendimiento con altas densidades de población en un trabajo con reducción en el ancho de los surcos.

En la localidad de Durango, las interacciones estadísticamente más sobresalientes con la VC fue para su fenología y densidad de población, también en VLL m<sup>-2</sup>, Granos m<sup>-2</sup> y RG, fue sobresaliente, aunque en estas últimas tres variables, todas las interacciones fueron estadísticamente iguales. Entre las tecnologías tradicionales, la FQC que utiliza el productor con la variedad Pinto Saltillo fue la mejor alternativa para la producción de frijol y como segunda opción el uso de MI+50%FQ con la que se puede disminuir los costos de producción del cultivo al reducir la cantidad de fertilizante.

En la localidad de Madero, la interacción estadísticamente más sobresaliente fue para la tecnología FSR que alargó la F pero acortó la MF del cultivo. En cuanto a la densidad de plantas, las más sobresalientes fueron las tecnologías FSR y BDP, estadísticamente diferentes que mostraron el mayor y menor número de PI m<sup>-2</sup>, respectivamente. Entre las tecnologías tradicionales, la VC y FQC y como nueva el uso de MI+50%FQ, fueron las que mostraron mayor número de VLL m<sup>-2</sup>, granos m<sup>-2</sup> y RG.

La tecnología más sobresaliente en la producción de grano fue la FQC utilizada por el productor y como segunda opción el uso de MI+50%FQ con semilla de la variedad Pinto Saltillo. La fertilización química proporciona a las plantas los nutrientes necesarios para mantenerla vigorosa y sana, (Castillo y López, 2005) y los hongos micorrízicos junto con otros microorganismos pueden ayudar a potencializar el efecto porque entre sus funciones está el eficientar la absorción de fosforo (P), también producen hormonas las cuales hacen crecer las raíces secundarias de la planta, con lo cual aumenta el área de exploración para la absorción de agua y nutrientes (Irizar *et al.*, 2003).

## **CONCLUSIONES**

El efecto de las tecnologías sobre el rendimiento de grano de frijol fue influenciado por las condiciones ambientales de cada localidad.

La mejor tecnología para la producción de grano fue la fertilización química que utiliza el productor con la variedad Pinto Saltillo.

Con la tecnología M+50% FQ se puede mantener el rendimiento de grano y reducir los costos de producción del cultivo.

Con la variedad criolla de frijol se obtuvo el mayor rendimiento de grano, sin embargo, su ciclo de cultivo es más largo lo que incrementa el riesgo en la producción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta D., E.; Esquivel E., G.; Vargas V., P.; White, J. W. y Acosta G., J. A. 1997. Fenología, crecimiento y rendimiento de dos variedades de frijol en seis fechas de siembra. In: Improving Resistance to Environmental Stress in Beans Through Genetic Selection for Carbohydrate Partitioning Water Use Efficiency of Biological Nitrogen Fixation. Resultados de Investigación en Frijol 1994-1995. Proyecto Colaborativo INIFAP-MSU (B/C-CRSP). SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CEVAG. 133-151pp.
- BM-IMC (Banco Mundial - Instituto Mexicano para la Competitividad (BM-IMC). 2007. Departamento de Desarrollo Sostenible Región de América Latina y el Caribe. Integración del mercado norteamericano de frijol seco: implicaciones para los productores y consumidores mexicanos. México. 3-5 pp
- Secretaría de Economía (SE). 2012. Dirección General de Industrias Básicas. Análisis de la cadena de valor del frijol. México. 5-17 pp.
- SIAP-SAGARPA. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://WWW.SIAP.GOB.MX>. Consultado en Línea. 2013.
- Bandick, A. K., and Dick, R. P. 1999. Field management effect on soil enzyme activities. *Soil Biology and Biochemistry*. 31(11):1471-1479.
- Boquet, D. J. 2005. Cotton in ultra-narrow row spacing: Plant density and nitrogen fertilizer rates. *Agronomy Journal* 97:279-287.
- Castillo, R. J. López. 2005. El cultivo de maíz de temporal en Durango. Folleto para productores Núm. 20. SAGARPA- INIFAP- CIRNOC- CEVAG. Durango, Dgo. 14 p.
- Irizar, G, M B; Vargas, V, P, Garza, G, D, Martínez, I, Trujillo, C, A, 2003. Respuesta de cultivos agrícolas a los biofertilizantes en la región central de México *Agricultura Técnica en México* [en línea] 2003, 29 (julio-diciembre) : Consulta en línea: 5 de agosto de 2013 Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60829211>> ISSN 0568-2517
- Pajarito R., A. 2012. Uso de biofertilizantes en la producción de frijol en el estado de Durango. Libro Técnico Núm. 6. SACARPA-INIFAP-CIRNOC-CEVAG. Durango, Dgo., México. 113 p.
- Palomo-Gil, A; Gaytán-Mascorro, A; Godoy-Ávila, S. 2003. Rendimiento, componentes del rendimiento y calidad de fibra del algodón en relación con la dosis de nitrógeno y la densidad poblacional. *Rev. Fitotec. Mex.* 26:167-171.
- Ramírez-Seañez, A. R.; Álvarez-Reyna, V. de P.; Contreras-Martínez, J. G.; Rodríguez-Herrera, S. A.; Arturo Palomo-Gil, A. y García-Carrillo, M. 2012. Producción de biomasa de algodón en surcos ultraestrechos y densidad poblacional. *Agronomía Mesoamericana* 23(2):259-267.
- Reta S. D., Gaitán M. A., Carrillo A. J. 2000. Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. *Revista fitotecnia mexicana*. Vol 28. Num. 1. 37-48 pp.
- Salinas R, N, Escalante E, J. A, Rodríguez G, Ma. Teresa, Sosa M, E. 2008 Rendimiento y calidad nutricional de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) *Revista Fitotecnia Mexicana*. Consulta en línea en julio de 2013: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61031306>>
- SIAP-SIACON. 2011. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.gob.mx>. Consultado en línea en octubre del 2013

## **PRODUCCIÓN DE GRANO Y FORRAJE DE MAÍZ DE TEMPORAL CON TECNOLOGÍAS NUEVAS Y TRADICIONALES DEL PRODUCTOR EN DURANGO**

**Luis Salazar Ayala<sup>1</sup>, Arnulfo Pajarito Ravelero<sup>2</sup> José Bernardo Montoya Ayón<sup>1</sup>, Marcelo Hernández Antuna<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana (ITVG) e <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). luissalazar1803@hotmail.com.

### **INTRODUCCIÓN**

La demanda de grano de maíz para consumo humano y pecuario es de 25 millones de toneladas en promedio y solo se producen alrededor de 20 millones (FATUS, 2003), a pesar de que regionalmente hay áreas en las que obtienen rendimientos altos (Pearson *et al.*, 1991). En México, el maíz ocupa una superficie de siembra de 7.5 millones de hectáreas en promedio, cultivo al que se dedican 3.5 millones de productores; lo que significa que un habitante por cada cuatro económicamente activos está involucrado en la producción de maíz (Puga, 1999) En el estado de Durango se siembran 180,533 ha para la producción de grano y 42,647 ha para forraje (SIAP-SAGARPA, 2011), ambos productos son importantes para satisfacer la demanda del consumo humano y del sector ganadero. En este último rubro es importante resaltar lo valioso de la producción de forraje verde como producto comercial para ensilaje destinado a la producción potencial de leche y carne o como esquilmo para alimentar la ganadería de los pequeños productores, dado por su sistema de producción agropecuario. En el estado de Durango se reportan 1'418,044 cabezas de ganado, de las cuales 1'167,143 son para producción de carne y 250,901 para la producción de leche. Los rendimientos promedio de grano y forraje verde bajo condiciones de temporal son de 1.3 kg ha<sup>-1</sup> y de 16 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, los cuales se consideran bajos. Entre las limitantes de la producción del cultivo se mencionan, la escasa y mal distribuida precipitación pluvial, uso limitado de insumos tecnológicos, semilla criolla y altos costos de producción (Pajarito *et al.*, 2006). Por esta razón el objetivo del presente trabajo fue evaluar tecnologías nuevas, generadas por el INIFAP y tradicionales que utiliza el productor para seleccionar la mejor en producción de grano y forraje de maíz que ayuden a incrementar los rendimientos ya reducir los costos de producción.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó bajo condiciones de temporal durante el ciclo primavera verano de 2012 en las localidades de Durango (Campo Experimental Valle del Guadiana), ubicado en latitud N 24°01', longitud W 104°44' y altitud 1889 msnm, y Fco. I. Madero, Dgo (Sitio

Experimental) que se encuentra en latitud N 24°20', longitud W 104°20' y una altitud de 1932 msnm. Los suelos son de textura migajón-arcilloso y migajón-arcillo-arenoso en cada localidad, respectivamente. Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones, las fechas de siembra "normales o a tiempo" fueron para Durango el 9 de julio y para Madero el 18 de julio de 2012. Se utilizaron las variedades Criollo Allende (CA) y el Criollo Garruña (CG) en cada localidad mencionada. El CA fue un material proporcionado por los productores de la localidad de Ignacio Allende, municipio de Guadalupe Victoria, Dgo. y el CG fue proporcionado por los agricultores de la localidad de La Purísima, Ejido la Garruña, municipio de Cuauhtémoc, Dgo. Se aplicaron las tecnologías: 1. Fecha de siembra retrasada (FSR), 2. Densidades óptimas de población (DOP), 3. Micorriza INIFAP (MI), 4. MI+Fertilización Química 50 % (MI+FQ50%) y Fertilización Química 100% (FQC). La FSR se realizó el 28 y 30 de julio en la localidad de Durango y Fco. I. Madero, Dgo respectivamente, muchos productores la realizan cuando no tienen preparados sus suelos al inicio del temporal; las DOP consistió en sembrar la cantidad de plantas que recomienda el INIFAP para el cultivo de temporal en el estado; la MI es un biofertilizante formulado a base de hongos del género *Glomus* que se aplicó como inoculante a razón de 1 kg para 15 kg de semilla, suficiente para una hectárea; la M+FQ50%, en esta combinación, se usó 1 kg de MI más 25 kg de urea y 25 kg de superfosfato triple (SPT) y como FQC se aplicó 100 kg de fertilizante al momento de la siembra, dividido en 50 kg de urea llamado blanco y 50 kg de SPT llamado negro. Las tecnologías FSR y FQC son las que utiliza el productor y las tecnologías DOP, MI, MI+FQ50 fueron las tecnologías nuevas o innovaciones tecnológicas.

La parcela experimental fue de 15 surcos de 20 m de largo y 0.81 m entre surcos; se tomaron datos de floración (F) y madurez fisiológica (MF), forraje verde (FV), rendimiento de grano (RG), plantas por m<sup>2</sup> (Pl m<sup>-2</sup>), mazorcas por m<sup>2</sup> (Mz m<sup>-2</sup>) y peso de grano a través del peso de 100 semillas (P100S). Para estimar la producción de FV se realizaron muestreos de 1 m lineal por repetición en cada una de las tecnologías aplicadas, esto se hizo en la etapa de elote cuando el grano estuvo en la etapa lechoso-masoso y para estimar Mz m<sup>-2</sup>, Pl m<sup>-2</sup> y RG, se tomó una muestra de cuatro surcos de 5 m de largo por cada repetición y tecnología en la cosecha. También se registró la precipitación y la temperatura durante el ciclo de cultivo a través de estaciones climatológicas ubicada en cada sitio donde se establecieron los trabajos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones en cada uno de las localidades de estudio y la información se analizó bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial de dos factores, donde el factor A fue la localidad (L) y el B la tecnología (T), se utilizó el paquete estadístico Software MSTAT C® MS DOS. de la Universidad Estatal de Michigan (MSU).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas altamente significativas entre localidades, Paratodas las variables en estudio (Cuadro 1). Entre tecnologías solo se observaron diferencias altamente significativas para PI m<sup>-2</sup>, y para las interacciones, solo la F, Mz m<sup>-2</sup>, RG y P100S fueron sobresalientes significativamente. De los CV el valor más bajo correspondió a la MF del cultivo y el más alto para el RG.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para diferentes variables de maíz cultivado en las localidades de Durango y Francisco I. Madero, Dgo., 2012.

Variable	Localidad (L)	Tecnología (T)	L x T	C. V. (%)
Plantas m <sup>-2</sup>	2,187,500,000.0**	893,756,000.0**	46,074,100.0	22.9
Flor masculina (DDS)	5781.5**	0.6	7.8**	16.4
Floración femenina (DDS)	4270.0**	4.3	5.1	13.3
Madurez fisiológica (DDS)	2605.8**	4.5	2.6	5.9
Forraje verde (ton ha <sup>-1</sup> )	4732.8**	61.3	28.6	29.2
Mazorcas (Mzm <sup>-2</sup> )	64.3**	3.2	1.8**	54.5
Rend. de grano (t ha <sup>-1</sup> )	21.4**	1.6	0.9**	68.1
Peso 100 S (g)	911.3**	19.0	14.4**	23.0

\* Significativo al 0.05 de probabilidad; \*\* Significativo al 0.01 de probabilidad; CV = Coeficiente de variación.

Las diferencias observadas entre localidades probablemente fueron debido a las condiciones ambientales y de suelo, fechas de siembra y variedades utilizadas en cada sitio donde se evaluaron las tecnologías. En Durango la siembra se efectuó el 9 de julio y se acumularon 354 mm de precipitación, el suelo es de aproximadamente 1m de profundidad, textura tipo migajón arcilloso, y pH de 6.6; mientras que en la localidad de Fco. I. Madero, Dgo la siembra fue el 18 de julio y se acumularon 334 mm de lluvia, los suelos son poco profundos con pH de 5.4. Al respecto, la guía técnica del INIFAP (2005) recomienda como fecha óptima de siembra para maíz, el 15 de julio para variedades de ciclo precoz y para variedades de ciclo más tardío, el 30 de junio (Pajarito *et al.*, 2006). Deras (2011) menciona que en general, el maíz crece en suelos con un pH entre 5.5 y 7.8, y fuera de estos rangos suele aumentar o disminuir ciertos nutrientes, y que el más adecuado para el cultivo es el de textura franco, debido a que permite un buen desarrollo del sistema radicular (Robles, 1978).

Las diferencias observadas entre tecnologías, para PI m<sup>-2</sup> en parte se debieron a que no se pudo controlar la densidad a pesar de que se sembró con el mismo equipo y también a las fallas en germinación por el efecto de la humedad al momento de la siembra. Con respecto a las interacciones estas se dieron porque las variedades criollas intrínsecamente tenían diferentes

características agronómicas, como lo mostró la floración masculina y en cuanto a los CV los valores más bajos significan que la variación entre las unidades experimentales es mínima (Little y Hills, 1989), y que es posible que esto ocurra cuando una característica está bien definida o es más fácil su medición como fue el caso de la madurez fisiológica.

Entre localidades, los promedios de datos para todas las variables fueron estadísticamente más altos en Durango (Cuadro 2). La densidad de población fue 12 mil plantas mayor, la variedad CA que se utilizó en esta localidad fue más tardía que el CG utilizado en Fco. I. Madero, Dgo. produjo 18.4 t ha<sup>-1</sup> más de FV y 1.3 t ha<sup>-1</sup> más de grano, también el peso del grano fue superior. Además de esto, las condiciones ambientales y de suelo para la localidad de Durango, así como la fecha de siembra fueron más óptimas para la mejor expresión de las variables.

Cuadro 2. Promedio de datos para el cultivo de maíz con tecnologías nuevas y tradicionales en las localidades de Durango y Francisco I. Madero, Dgo., 2012.

Localidad/ tecnología	PI m <sup>-2</sup>	Flor Masc	Flor Fem	MF (días)	Forraje (t ha <sup>-1</sup> )	Mz m <sup>-2</sup>	RG (t ha <sup>-1</sup> ) 1)	P100S (g)
Localidades								
Durango	65,564.4 <sup>a</sup>	73.0 <sup>a</sup>	76.6 <sup>a</sup>	126.1 <sup>a</sup>	45.2 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	2.0 <sup>a</sup>	24.5 <sup>a</sup>
Madero	53,064.4 <sup>b</sup>	52.7 <sup>b</sup>	59.2 <sup>b</sup>	112.5 <sup>b</sup>	26.8 <sup>b</sup>	1.5 <sup>b</sup>	0.7 <sup>b</sup>	16.4 <sup>b</sup>
Tecnologías								
Fecha de siembra retrasada (FSR)	57,407.4 <sup>a</sup>	63.3 <sup>a</sup>	69.1 <sup>a</sup>	120.9 <sup>a</sup>	32.8 <sup>a</sup>	1.2 <sup>a</sup>	0.4 <sup>a</sup>	17.8 <sup>a</sup>
Densidades óptimas (DOP)	46,064.8 <sup>b</sup>	63.0 <sup>a</sup>	67.5 <sup>a</sup>	118.9 <sup>a</sup>	32.3 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	21.6 <sup>a</sup>
Micorriza (M)	57,021.6 <sup>a</sup>	62.9 <sup>a</sup>	68.4 <sup>a</sup>	119.4 <sup>a</sup>	38.5 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	21.1 <sup>a</sup>
M+FQ50%	57,021.6 <sup>a</sup>	62.6 <sup>a</sup>	67.1 <sup>a</sup>	119.1 <sup>a</sup>	36.7 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	21.5 <sup>a</sup>
FQC	57,716.1 <sup>a</sup>	62.9 <sup>a</sup>	67.1 <sup>a</sup>	119.1 <sup>a</sup>	38.6 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>
Localidad x Tecnología								
Durango/FSR	62,345.7 <sup>a</sup>	75.5 <sup>a</sup>	79.5 <sup>a</sup>	126.8 <sup>a</sup>	38.1 <sup>a</sup>	1.2 <sup>b</sup>	0.4 <sup>b</sup>	24.8 <sup>a</sup>
Durango/DOP	53,240.7 <sup>b</sup>	72.5 <sup>b</sup>	75.8 <sup>a</sup>	125.8 <sup>a</sup>	42.0 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	24.9 <sup>a</sup>
Durango/ Micorriza	62,808.7 <sup>a</sup>	73.0 <sup>b</sup>	76.8 <sup>a</sup>	126.0 <sup>a</sup>	48.6 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>	24.5 <sup>ab</sup>
Durango/M+FQ50%	60,339.5 <sup>a</sup>	72.0 <sup>b</sup>	75.0 <sup>a</sup>	125.8 <sup>a</sup>	46.6 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	2.2 <sup>a</sup>	25.5 <sup>a</sup>
Durango/FQC	62,963.0 <sup>a</sup>	72.5 <sup>b</sup>	75.8 <sup>a</sup>	126.3 <sup>a</sup>	49.5 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	2.4 <sup>a</sup>	23.8 <sup>ab</sup>
Madero/FSR	52,469.1 <sup>a</sup>	51.0 <sup>b</sup>	58.8 <sup>a</sup>	115.0 <sup>a</sup>	27.5 <sup>a</sup>	1.1 <sup>c</sup>	0.5 <sup>b</sup>	10.8 <sup>c</sup>
Madero/DOP	38,888.9 <sup>b</sup>	53.5 <sup>a</sup>	59.3 <sup>a</sup>	112.0 <sup>a</sup>	22.7 <sup>a</sup>	1.3 <sup>bc</sup>	0.7 <sup>ab</sup>	18.3 <sup>ab</sup>
Madero/Micorriza	51,234.6 <sup>a</sup>	52.8 <sup>a</sup>	60.0 <sup>a</sup>	112.8 <sup>a</sup>	28.4 <sup>a</sup>	1.2 <sup>c</sup>	0.7 <sup>ab</sup>	17.8 <sup>ab</sup>
Madero/M+FQ50%	53,703.7 <sup>a</sup>	53.3 <sup>a</sup>	59.3 <sup>a</sup>	112.5 <sup>a</sup>	26.9 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	17.4 <sup>ab</sup>
Madero/FQC	52,469.1 <sup>a</sup>	53.3 <sup>a</sup>	58.5 <sup>a</sup>	112.0 <sup>a</sup>	27.6 <sup>a</sup>	1.9 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	16.3 <sup>ab</sup>

Valores con la misma literal no son estadísticamente diferentes.

Entre tecnologías, el número de PI m<sup>-2</sup> para la DOP fue estadísticamente más bajo comparado con el resto de las tecnologías, las cuales fueron estadísticamente iguales entre sí. En el resto de las variables no se observaron diferencias estadísticas significativas. A pesar de esto, es



conveniente resaltar que con las tecnologías MI, MI+FQ50% y FQC se produjo  $6.2 \text{ t ha}^{-1}$  más de FV que con DOP y FSR y en RG todas las tecnologías produjeron  $1.6 \text{ t ha}^{-1}$  en promedio más que la FSR. Estos resultados evidencian que cultivar maíz fuera de las fechas recomendadas para el este cultivo en condiciones de temporal como lo ha establecido INIFAP significa un alto riesgo en la producción tanto de grano como de forraje. Es importante mencionar que desde el punto de vista económico el uso de la Micorriza como inoculante a la semilla es una alternativa para reducir los costos de producción del cultivo, como lo reportaron Díaz *et al* (2012) en otros cultivos, al obtener buenos resultados, de producción de biomasa y rendimiento de grano con la combinación de micorriza y fertilizante químico.

En cuanto a las interacciones que ocurrieron en la localidad de Durango, las más sobresalientes fue la F masculina en la FSR que fue significativamente más larga que el resto de las tecnologías, también tendió a retrasar la F femenina y la MF y producir menos FV. El número de Mz  $\text{m}^{-2}$  y RG fueron estadísticamente más bajos comparado con el resto de las tecnologías. En esta misma localidad, la DOP, estadísticamente fue menor en densidad de plantas comparada con las otras tecnologías, sin embargo, en RG fue la más sobresaliente. El resto de las tecnologías mostraron resultados estadísticamente iguales en todas las variables estudiadas. Cabe indicar que el RG obtenido con la aplicación de M fue igual al que se obtuvo con la FQC, lo que significa que se puede reducir los costos de producción del cultivo al sustituir la fertilización química. El peso del grano medido a través del P100S no fue afectado por ninguna tecnología. Castro y López (2000) en maíz determinaron no sembrar mayor número de plantas a lo recomendado para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes, lo que ocasiona que aparezcan plantas “jorras” (es decir sin producción) que inclusive también afecta la calidad del forraje debido a una disminución de grano (Núñez *et al.*, 2006)

En la localidad de Fco. I. Madero, la densidad de plantas que tuvo la tecnología DOP no fue la indicada, es decir fue menor a las 50;000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  recomendadas por el INIFAP (2005), lo que repercutió en el menor RG comparado con las tecnologías M+FQ50% y FQC que produjeron en promedio  $0.3 \text{ t ha}^{-1}$  más de grano con la densidad de población adecuada.

Los resultados anteriores evidenciaron que las siembras retrasadas, independientemente de la cantidad de plantas y la localidad producen menos grano y forraje debido a que ya las condiciones ambientales son menos idóneas para este cultivo sembrado en esas fechas, la precipitación no fue suficiente, fue menor a los 354 mm registrado en las primeras siembras y las temperaturas descendieron hasta  $5^{\circ}\text{C}$  en la primera decena del mes de octubre.

## CONCLUSIONES

La mejores tecnologías para producir grano y forraje de maíz de temporal fue la M+FQ50% y DOP, que además se pueden reducir los costos de producción del cultivo al disminuir la cantidad de fertilizantes químico.

Las fechas de siembra retrasadas incrementan el riesgo en la producción de grano y forraje de maíz de temporal.

Las condiciones ambientales de cada localidad influyen en el impacto de las tecnologías sobre la producción

## BIBLIOGRAFÍA

- Castro R. V. y H. J. López. 2000. Tecnología para aumentar la productividad del maíz en Durango. Folleto para productores No. 7. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-. 26 P.
- Deras F., H. 2011. Guía técnica para el cultivo del maíz. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura en el salvador, centro nacional de tecnología Agropecuaria y forestal. 40 p.
- Díaz F., A.; Salinas G., J. R.; Valadéz G., J., Cortinas E., H. M. ; Loredó O., C.; Pecina Q., V.; Pajarito R., A.; Amado A., J. y González G., D. 2012. Impacto de la Biofertilización del Maíz en el Norte de México. Folleto técnico No. MX- 0-310301 -25 -03 -13 -09 -54. SAGARPA-INIFAP. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental Rio Bravo. 39 p
- FATUS (Foreingn Agricultural Trade of the United States). 2003. DatadaseSearch, U, S. Departament of Agricultural. EconomicsResearchService. 263 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 2005. Guía para la asistencia técnica agrícola, área de influencia del Campo Experimental Valle del Guadiana. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CEVAG. Durango. Dgo.México.15-21 pp.
- Little, M. T. and F. J. Hills.1989.Métodos Estadísticos para la Investigación en la agricultura. Ed. Trillas, Segunda Edición, México, D.F. 26 p
- Núñez H. G., González C. F., Faz C. R., Figueroa V. U., Peña R. A, 2006. Tecnología de producción de maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Folleto técnico Núm. 13. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC. Centro de investigación. Campo Experimental la Laguna 62 p.
- Pajarito, A., González, H., Castillo, A., López, J. 2006. Alternativas de producción con nuevas tecnologías para las áreas de temporal en Durango. Publicación técnica Num. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-CEVAG. Campo Experimental Valle del Guadiana. 26p.
- Pearson, D. B.; Mondoñedo, J. R.; Peñaloza, I. de la Rosa ; Kirchner C.; Usami, Olmos M. and Atilano D. T. 1991. El maíz. Rev. Agricultura No. 64. Consulta en línea octubre 2013. <http://www.Agrored.com.mx/agricultura/64-Maiz.html03>
- Puga S., S. 1999. Determinación de parámetros de estabilidad de híbridos de maíz ASGROW en los Valles irrigados de Durango. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Químicas de la UJED. Durango, Dgo., México p. 18.
- Robles 1978. Cultivo del maíz (*Zea mayz*, L.) In. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa, S.A. Segunda Edición. México D.F. 9-140.
- SIAP-SAGARPA. 2011. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.gob.mx>. Consultado en línea noviembre de 2013.

## **CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE MAÍCES (*Zea mays* L.) CRIOLLOS Y VARIEDADES MEJORADAS.**

**Mariano Narcia Velasco<sup>\*1</sup>, David Sánchez Aspeytia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP, Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila de Zaragoza C.P. 25315 Tel. (844) 4 82 81 90.  
narcia.mariano@inifap.gob.mx

### **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de maíz en México es de gran importancia alimentaria y socioeconómica. Cada año se destina para la siembra 8.5 millones de hectáreas, y representan el 65% de la producción total de cereales; a nivel nacional el grano es de interés básico; sin embargo, otros nichos de mercado demandan otros productos como el elote y forraje (Díaz *et al.*, 2012). Durante el año 2010 a nivel nacional se tuvo una producción de 23,301,879 t y superficie sembrada de 7,148,046 ha (SAGARPA-SIAP, 2010). Los maíces criollos reportan bajos rendimientos en campo, estos se han venido cultivando a través del tiempo, los agricultores utilizan dichos materiales debido a la falta de semillas mejoradas adaptadas a sus regiones.

El conocimiento del origen, distribución y características morfológicas y fisiológicas de las poblaciones de maíz, ayuda al fitomejorador a aprovechar los caracteres favorables de acuerdo a los propósitos que persigue (Wellhausen *et al.*, 1951). Una vez determinado el material sobresaliente en las evaluaciones, el investigador deberá seleccionar el material con base al enfoque de su programa, e incluso podrá seleccionar diferentes lotes de germoplasma para satisfacer enfoques distintos (Carballo, 1970).

Los avances en el mejoramiento de poblaciones criollas para un sistema de producción sustentable pueden ser incrementados si se unen esfuerzos de agricultores, fitomejoradores e instituciones involucradas (Rincón y Ruiz, 2004).

Por otra parte, la disponibilidad de semilla de alta calidad es importante para todos los sectores de la agricultura. El análisis de pureza y las pruebas de germinación han sido ampliamente utilizadas en la evaluación de la calidad de las semillas durante aproximadamente un siglo. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha dado énfasis en las mediciones de otros componentes de la calidad de semillas, tales como sanidad, pureza genética y vigor (Salinas *et al.*, 2001). No obstante la calidad de las semillas disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento y el tiempo en que éstas

---

permanecen almacenadas, donde el primer componente de la calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, seguido por una reducción en la germinación o de la producción de plántulas anormales y finalmente la muerte de las semillas, por motivos de las alteraciones en los procesos bioquímicos (Ferguson, 1995). Por tal razón, en el presente trabajo se evaluó la calidad fisiológica de maíces criollos y variedades mejoradas en laboratorio para ver el comportamiento en la germinación e identificar los parámetros de vigor, el cual se verá reflejado en campo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se estableció en el Laboratorio de ensayos de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Esta se ubica en las coordenadas de 25° 22’ de latitud norte y 103° 01’ de longitud oeste, y una altitud de 1742 msnm; de clima templado cálido, temperatura media anual de 16°C y precipitación media anual de 376.2 mm (García, 1973). La fecha de siembra fue el 26 de Febrero y se evaluó el 5 de Marzo de 2014, se utilizaron 100 semillas de maíz por cada repetición, estas fueron tratadas con Tecto 60, para prevenir presencia de hongos; se depositaron sobre hojas de papel Anchor humedecidas con agua esterilizada, fueron envueltas y puestas en bolsa de plástico transparente y llevadas a una cámara de germinación a  $25 \pm 1^\circ$  C. Los germoplasmas utilizados fueron criollo Tremés Blanco, del ejido el Nogal, General Cepeda, Coah. (T1); Tremés Blanco ejido Rancho Nuevo, Saltillo, Coah. (T2); VS-201 (T3); CAFIME (T4); VS-221 (T5); Tremés Blanco ejido Emiliano Zapata, Arteaga, Coah. (T6); Tremés amarillo ejido el Nogal, General Cepeda, Coah. (T7); VS-204 (T8) y Tremés Blanco ejido Agua Nueva, Saltillo, Coah. (T9).

Se analizaron las variables capacidad de germinación (%), longitud de plúmula (cm), longitud de radícula (cm) y peso seco (g). Se aplicó la prueba de medias Tukey ( $P \leq 0.05$ ), los datos de las variables estudiadas se procesaron mediante el paquete estadístico R Core Team, versión 3.0.2. (RCT, 2013). Se usó el modelo estadístico completamente al azar:

$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$  donde  $\mu$  es la media general o media de la población,  $\alpha_i$  es el efecto del tratamiento,  $\varepsilon_{ij}$  es el residuo o error aleatorio normal e independiente con media cero.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

El análisis de varianza arrojó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en capacidad de germinación, longitud de plúmula y radícula, así como en el peso seco entre los materiales criollos y variedades mejoradas; lo cual justifica el aplicar este diseño al trabajar con la cámara de germinación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias de las variables obtenidas de maíces criollos y mejorados para el sureste de Coahuila.

Tratamientos	CG%	LP cm	LR cm	PS g
T1 (Tremés Blanco el Nogal, G.C. Coah.)	97 <sup>a</sup>	6.05 <sup>b</sup>	15.46 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>
T2 (Tremés Blanco Rancho Nuevo, Saltillo, Coah.)	96 <sup>a</sup>	7.58 <sup>ab</sup>	15.76 <sup>a</sup>	1.39 <sup>a</sup>
T3 (VS-201)	92 <sup>a</sup>	6.97 <sup>b</sup>	13.83 <sup>ab</sup>	1.39 <sup>a</sup>
T4 (CAFIME)	93 <sup>a</sup>	7.87 <sup>ab</sup>	12.24 <sup>abc</sup>	1.40 <sup>a</sup>
T5 (VS-221)	37 <sup>c</sup>	6.89 <sup>b</sup>	7.11 <sup>c</sup>	0.35 <sup>b</sup>
T6 (Tremés Blanco Emiliano Zapata, Arteaga, Coah.)	88 <sup>a</sup>	10.33 <sup>a</sup>	13.63 <sup>ab</sup>	1.30 <sup>a</sup>
T7 (Tremés Amarillo el Nogal, G.C. Coah.)	91 <sup>a</sup>	5.73 <sup>b</sup>	14.09 <sup>ab</sup>	1.35 <sup>a</sup>
T8 (VS-204)	65 <sup>b</sup>	6.86 <sup>b</sup>	9.39 <sup>bc</sup>	0.45 <sup>b</sup>
T9 (Tremés Blanco Agua Nueva, Saltillo, Coah.)	95 <sup>a</sup>	6.99 <sup>b</sup>	12.47 <sup>ab</sup>	1.1 <sup>a</sup>
Nivel de significancia	0.05	0.05	0.05	0.05
Grados de libertad	27	27	27	27
R <sup>2</sup>	0.88	0.59	0.65	0.79
C.V. %	9.48	16.34	17.75	20.45

NS= Nivel de significancia; GL= Grados de libertad; CG= Capacidad de germinación; LP= Longitud de plúmula; LR= Longitud de radícula; PS= Peso seco; R<sup>2</sup>= Regresión múltiple; CV= Coeficiente de variación. Letras diferentes indican diferencia significativa.

### Capacidad de germinación

Para la variable capacidad de germinación el análisis estadístico indicó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos, donde los más sobresalientes fueron T1, T2 y T9 con 97, 96 y 95%, los promedios más bajos son para T5, T8 y T6 con 37; 65 y 88% (Cuadro 1).

De acuerdo a los resultados obtenidos, es menester explicar que para los materiales donde significativamente son iguales, las semillas son nuevas y poseen buen vigor, pero sí son diferentes en valor promedio de germinación; por su parte, International Seed Testing Association (1995) afirma que las semillas que muestran un buen comportamiento son consideradas de alto vigor, y aquellas que presentan un pobre comportamiento son llamadas semillas de bajo vigor; el (T4) tiene un año de haber sido cosechado; sin embargo para el (T5) y (T8) el porcentaje bajo de germinación reflejado es debido a que se cosecharon desde el año 2008 con 6 años de antigüedad y esto se verá expresado en campo, es aquí donde se aprecia

prácticamente el efecto del deterioro de la semilla; lo anterior concuerda con lo mencionado por Ferguson (1995) donde refiere que la calidad de las semillas disminuye con el transcurso del tiempo y la tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales durante el almacenamiento y el tiempo en que éstas permanecen almacenadas. El primer componente de la calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, seguido por una reducción en la germinación o de la producción de plántulas normales y, finalmente, la muerte de las semillas.

### **Longitud de plúmula**

En esta variable se detectó significancia estadística ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos. Los valores variaron desde 5.73 hasta 10.33 cm, la mejor respuesta en crecimiento de plúmula fue para T6, seguido por T4 y T2 con promedios de 10.33, 7.87 y 7.58 cm respectivamente diferenciándose del resto de los tratamientos; las menores longitudes se presentaron en T1 y T7 con 6.05 y 5.73 cm (Cuadro 1), lo cual indica que los maíces criollos y mejorados presentan diferencia fenotípica, como lo menciona Moreno (1996) donde en la evaluación de plántulas pueden diferir en el desarrollo según sus genotipos.

### **Longitud de radícula**

El análisis de varianza arrojó diferencia significativa, el mayor promedio correspondió para el T2 y T1 con 15.76 y 15.46 cm, las menores longitudes para el T8 y T5 con 9.39 y 7.11 cm, esto es debido a que dichos materiales tienen 6 años almacenados. Esto coincide con lo estipulado por Salinas *et al.* (2001) ya que aluden que el proceso de deterioro puede ocurrir antes de ser visualizadas las variaciones detectables en la germinación de un lote de semillas, siendo la principal limitación de dicho ensayo.

### **Peso seco**

Para la variable peso seco de plántula se presentó significancia ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, CAFIME acumuló la mayor cantidad de biomasa o materia seca con 1.40 g por plántula, seguido por VS-201 y Tremés Blanco ejido Rancho Nuevo, Saltillo, Coahuila con 1.39 g por plántula para ambos; y la materia seca más baja fue para Tremés Blanco ejido Agua Nueva, Saltillo, Coah., VS-204 y VS-221 con valores promedios por plántula de 1.1, 0.45 y 0.35 g. En el Cuadro 1, se puede apreciar que a mayor longitud de plúmula, existe mayor peso seco. Esto se compara con resultados similares a los obtenidos por Ruiz *et al.* (2012) y Estrada *et al.* (1999), quienes encontraron similitud entre la relación longitud de plúmula y peso seco, ya que al

---

obtener mayor longitud de plúmula, obtuvieron un mayor peso seco. Por su parte, Moreno (1996) evidencia que la prueba de germinación permite establecer comparaciones del poder germinativo entre diferentes lotes de semillas de la misma especie.

### **CONCLUSIONES**

Los maíces criollos Tremés Blanco, de la localidad El Nogal de General Cepeda y Rancho Nuevo de Saltillo, mostraron mayor eficiencia fisiológica, así como las variedades mejoradas CAFIME y VS-201 respecto al resto de materiales, en las variables de capacidad de germinación, longitud de plúmula, longitud de radícula y peso seco.

Las semillas tienden a disminuir su calidad fisiológica con el tiempo debido a la pérdida del vigor por el cambio de sus procesos bioquímicos, y por ende su capacidad germinativa tiende a disminuir, y causa un dosel no uniforme en las plantas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Carballo C. A. 1970. Comparación de variedades de maíz del Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Tesis M.C. ENA. C.P. Rama de Genética, Chapingo, México.
- Díaz, F. A.; Salinas G., J. R.; Valadez G., J.; Cortinas E., H.M.; Loredó O., C.; Pecina Q., V.; Pajarito R., A.; Amado A., J. y González G., D. 2012. Impacto de la biofertilización del maíz en México. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Folleto Técnico No. MX-0-310301-25-03-13-09-54. Río Bravo, Tamaulipas, México. 39p.
- Estrada G., J.A.; A. Hernández L.; F. Hernández O.; A. Carballo C. y F. Valerio C. 1999. Tipos de endospermo en maíz y su relación con la calidad de la semilla. *Rev. Fitotec. Mex.* 22:99-109.
- Ferguson, J. 1995. An Introduction to Seed Vigour Testing. In: Seed Vigour Testing Seminar. 1995, Copenhagen. [Proceedings...] Zurich: International Seed Testing Association. pp 1-9.
- García, E. 1973. Modificación al Sistema de Clasificación de Köeppen para adaptarlo a las Condiciones Climáticas de la República Mexicana. 2ª Edición México. UNAM. 246p.
- International Seed Testing Association (Zurich, Suiza). 1995. Handbook of vigor test methods. 2. ed. Zurich, 117 p.
- Moreno, M., E. 1996. Análisis físico y biológico de las semillas agrícolas. Tercera Edición. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. pp 237-303.
- R Core Team (RCT). 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Rincón S., F. y N.A. Ruiz T. 2004. Comparación de estrategias de selección y manejo aplicadas a una población criolla de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(1):33-37.
- Ruiz T., N.A.; F. Rincón S.; V.M. Bautista M.; J. M. Martínez R; H. C. Burciaga D. y M. Olvera E. 2012. Calidad fisiológica de semilla en dos poblaciones de maíz criollo mejorado. *Rev. Agraria.* Vol. 9. Núm. 2. 43-48.
- Salinas R., A.; A. María Y.; R. Mario C. y V. Bisaro. 2001. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. *Pesq. Agropec. Bras., Brasília,* v. 36, n. 2, p. 371-379, Feb. 2001.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2010. Maíz números esenciales de un cultivo fundamental. <http://www.siap.gob.mx>
- Wellhausen, E. J.; L. M. Roberts y E Hernández X, en colaboración con Mangelsdorf 1951. Razas de Maíz en México. Su Origen, Características y Distribución. Folleto Técnico 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F. 223 p.

---

---

## PROGRAMA DE FERTIRRIGACIÓN EN MANZANO EN EL SURESTE DE COAHUILA

Covarrubias R., J. M.<sup>1\*</sup>; Vázquez R., J. A.<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> C. E. Saltillo, INIFAP <sup>2</sup>Ex C. E. Saltillo, INIFAP.  
covarrubias.juan@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

Los fertilizantes aumentaron su costo en más del 64% de 2007 a 2014; el mayor incremento lo tuvo el sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) en 81% y el menor el sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ) con 13 %. México importa las fuentes de fertilizantes de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu), manganeso (Mn), boro (B) y molibdeno (Mo) (Limón, 1997). Los altos costos de la fertilización han provocado que los productores disminuyan su uso hasta el 50% y, por consecuencia se tiene un menor rendimiento (15 vs 7.4 t ha<sup>-1</sup>) o caso contrario, por no manejar adecuadamente los fertilizantes en el riego se adquieren fuentes de fertilizante con alta tecnología que incrementa el costo de la fuente en más del 200%; esto crea la necesidad de aplicar los fertilizantes líquidos o solubles de manera eficiente u oportuna mediante un programa de fertirrigación.

Los sistemas de riego presurizados tienen un auge a partir de 1972, con ellos se determinó la oportunidad, uniformidad y eficiencia de aplicación de los fertilizantes a través del riego (Davies, 1996).

Existen diferentes definiciones sobre el concepto de la fertirrigación y a continuación se presentan algunas de ellas:

- Fertirrigación es la aplicación de fertilizantes a través del agua de riego (Burt *et al.*, 1995).
- Fertirrigación es la aplicación en el agua de fertilizantes y reguladores de crecimiento a través del sistema de riego (Irrigation Association, 1999).
- Fertirrigación es el método más racional para realizar una fertilización optimizada (Cadahia, 2005).

La ventaja de la fertirrigación es la aplicación de los fertilizantes previamente disueltos (sólidos solubles) durante las horas del riego, a una concentración de la solución del fertilizante con base a los requerimientos del cultivo (Gurovich, 1996). A través de la fertirrigación, las dosis de fertilizantes aplicadas en el agua pueden ser controladas con mejor precisión (Haman, 1996).

En la actualidad, los conceptos específicos de las disciplinas de irrigación y tecnología de fertilizantes, e integrando la disciplina de la nutrición vegetal y la fisiotecnia del cultivo, hacen que la fertirrigación sea una tecnología derivada de la ciencia y que una vez validada sea



transferida, con lo que se define el siguiente marco conceptual: “Fertirrigación es proporcionar a la planta su alimento en la cantidad y oportunidad a través del agua mediante el riego” (Covarrubias y Vázquez, 2014).

Es objetivo principal es transferir el programa de fertirrigación para el cultivo de manzano de siete años de edad con un productor cooperante.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La transferencia se realizó en la huerta El Capricho en el poblado La Biznaga, en el municipio de Arteaga, Coahuila durante los años 2011 y 2012. El manzano es un cultivo perenne y durante su ciclo presentaba las siguientes etapas de crecimiento: juvenilita, formación, reproducción, madurez y senescencia; dentro de sus etapas tiene las siguientes fases de desarrollo: punta plateada, punta verde, media pulgada verde, botón cerrado, 1er rosado, primera flor, floración completa, caída de pétalos, amarre de fruto, fruto formado, formación de yema axial, llenado del maduro, desarrollo del fruto, madurez del fruto y cosecha. Se utilizó como dosis para la fertirrigación, la recomendada para una huerta de más de siete años de plantación en la etapa de reproducción (Covarrubias *et al.*, 2010). Los requerimientos en la fertirrigación para huertas con más de 7 años de producción (Cuadro 1) son 100 kg N ha<sup>-1</sup>, 126 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, 84 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, 20 kg MgO ha<sup>-1</sup> y 21 kg S ha<sup>-1</sup>. En la distribución, la relación N:Mg es 6.3 de Febrero a Abril, en Mayo baja a 4.5 y Junio de 1.75, esta reducción se debe a que el objetivo del manzano es producir fruto y no ramas, que se lignifican y se podan en invierno (Covarrubias y Vázquez, 2014).

Cuadro 1. Programa de fertirrigación (kg ha<sup>-1</sup>) para manzano en huertas de más de 7 años.

Nutrimiento	M	A	M	J	J**	A	S	Total
Nitrógeno	25	25	25	18	7			100
Fósforo		23	23	23	23	23	11	126
Potasio			21	21	21	21		84
Magnesio	4	4	4	4	4			20
Azufre*	3	3	3	3	3	3	3	21

\* como elemento acompañante del potasio y magnesio. \*\* análisis foliar

Las fuentes de fertilizante utilizadas fueron: urea (46-0-0), fosfato mono amónico (12-61-0), sulfato de potasio (0-0-50-18S) y sulfato de magnesio (0-0-0-13S-9Mg), las aplicaciones de azufre fueron de 31 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante del tipo sulfato aplicado, por lo cual si el azufre va como elemento acompañante la dosis aumenta 10 kg (Cuadro 1), las aplicaciones fueron semanales antes del mediodía con base al programa de riego de la huerta y se estimaron

dividiendo el tratamiento entre el ciclo de producción del manzano que fue de Marzo hasta Septiembre.

La transferencia se realizó de 2011 a 2012, en el primer año el productor utilizó las fuentes: urea, fosfato de amonio (8-24-00) y nitrato de potasio (13-02-44), no aplicó magnesio ni azufre y para el año 2012 utilizó las fuentes del programa de fertirrigación.

Las variables de análisis fueron rendimiento de manzana en  $t\ ha^{-1}$ , calidad en firmeza y sólidos solubles totales, concentración foliar en el lote de fertirrigación para demostrar al productor su control ya que él no lo realiza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los programas de fertirrigación, aunque aquí se muestran exactos, las cantidades de fertilizantes pueden variar de acuerdo a la fuente existente en la región (Covarrubias, 2003) y su monitoreo con el análisis foliar es una forma de determinar el nivel nutricional del cultivo.

La distribución del N es mayor al inicio del programa de fertirrigación porque en brotación, aumentan los requerimientos de nitrógeno en las fitohormonas que inducen ésta; además el N y MgO participan en el crecimiento vegetativo formado parte de la clorofila, éste pigmento está formado por aminas en forma de anillo y en su parte central está insertado el Mg (Alcántar y Trejo, 2007).

El  $P_2O_5$  se mantiene constante a partir de Abril, porque aporta la energía en el proceso de floración y formación de nuevas raíces (Sánchez, 2002). El  $K_2O$  induce la división y elongación celular del fruto, la parte importante del cultivo la cual inicia en Mayo hasta Agosto (Covarrubias y González, 2001).

El  $SO_4$  se utiliza como ion acompañante y favorece la acidificación del suelo por las condiciones de suelos calcáreos y yesíferos de la Sierra de Arteaga, lo que favorece la absorción de  $PO_4$  y de los micronutrientes del grupo de los metales como Fe, Cu, Zn y Mn (Covarrubias, 1999b, 1999c), además, estos metales se aplican de manera foliar como quelatos para evitar el daño a la epidermis del fruto (Briones *et al.*, 2007).

La distribución de las fuentes de fertilizantes se muestra en el cuadro 1, donde se tiene que la disponibilidad de las fuentes modifica el programa de formulación y no así las dosis, porque si se inició como fuente de  $K_2O$  al sulfato de potasio, y a partir de Julio se cambia a nitrato de potasio, esto modifica la formulación de las fuentes de N y en Agosto y Septiembre se sigue aplicando N por efecto del ion acompañante del fosfato mono amónico, con lo que se cumplió lo dicho que los programas de fertirrigación son variables y específicos.

La concentración nutrimental se realizó en Julio como monitoreo para determinar si las dosis y fuentes de fertirrigación son adecuadas al frutal (Cuadro 2) y el muestreo se efectuó con la metodología descrita por Covarrubias (1999a).

Cuadro 2. Concentración foliar en manzano con el programa de fertirrigación para árboles de más de siete años.

Determinación	2011 Observado	2012 Observado	Niveles	
			Inferior	Superior
%NITRÓGENO	2.47	2.5	2	2.5
%FOSFORO	0.141	0.139	0.2	0.3
%POTASIO	1.2	1.25	0.7	1.4
%CALCIO	1.45	1.5	0.7	1.2
%MAGNESIO	0.29	0.25	0.15	0.22
%SODIO	0.003	0.003	0.011	0.017
ppm BORO	29.53	30.7	28	53
ppm ZINC	12.5	15.5	20	50
ppm HIERRO	57	137	150	250
ppm COBRE	3.5	5.5	6	20
ppm MANGANESO	93	90	30	120
ppm NITRATOS	796	859	967	1175

Los niveles de nitrógeno, nitratos, potasio, manganeso y boro están en el rango de suficiencia, lo que indica que el programa, con las fuentes como urea y nitrato de potasio, es eficiente en su recuperación por el árbol (Mills and Jones, 1996).

Los niveles de fósforo, sodio, zinc, hierro y cobre están deficientes, tanto el fósforo como los microelementos que son metales, por la reacción alcalina del suelo a un pH superior a 7.5, provoca la precipitación de estos elementos formando fosfatos tricálcicos y, en el caso de los metales, estos forman carbonatos y bicarbonatos de hierro, cobre y zinc (Covarrubias y Hernández, 2005).

Los niveles de calcio y magnesio están en exceso, esto por la aplicación de sulfato de magnesio y por el suelo calcáreo, que bajo condiciones de este pH la disponibilidad de calcio es mayor, y aunado a la aplicación de magnesio, ambos forman una relación Ca+Mg elevada, que provoca la deficiencia de sodio, por su relación Na/Ca+Mg (Havlin *et al.*, 1999).

El rendimiento de fruto en 2011 en la variedad Golden Estándar, fue de 13.5 t ha<sup>-1</sup>, la cosecha se realizó el 15 de Agosto (Cuadro 3), esto representa 674 cajas de 20 kg que su valor en el mercado varió de \$350 por caja de primera (de 72 a 125 manzanas por caja) hasta \$120 por caja de manzana pequeña (de 234 manzanas por caja), con un promedio de \$235 por caja, que incluyendo los costos de empaque, su valor queda en \$200 por caja.

El rendimiento de fruto en 2012 fue de 9.7 t ha<sup>-1</sup>, la cosecha se realizó el 13 de Agosto (Cuadro 3), esto representa 484 cajas de 20 kg que su valor en el mercado varió de \$240 por caja promedio en manzana de primera (de 72 a 125 manzanas por caja) hasta manzana pequeña (de 234 manzanas por caja), que incluyendo los costos de empaque, su valor queda en \$200 por caja.

Cuadro 3. Comparación en rendimiento y calidad en un programa de fertirrigación en huerta de siete años con un productor cooperante.

Concepto	2011		2012		Promedio	
	Fertirrigación	Productor	Fertirrigación	Productor	Fertirrigación	Productor
Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	13.5	2	9.7	8.4	11.6 a	5.2 b
Sólidos Solubles Totales (°Brix)	17.1	18.1	16.8	15.4	16.95 a	16.75 a
Firmeza (lb pulg <sup>-2</sup> )	8.2	9	7.3	6.6	7.75 a	7.80 a

a, b = diferencia significativa con Tukey = 0.05

El nivel de sólidos solubles totales es mayor de los estándares de la manzana Golden que son de 12 °Brix; esta es una característica de la manzana de la Sierra de Arteaga que la distingue por tener una mayor de azúcares que la manzana americana y también respecto a la manzana de Durango y Chihuahua, las cuales utilizan también la clasificación de 12 °Brix con estándar (Soto *et al.*, 2013). Pero la desventaja es que la firmeza es baja, menor de 10 lb pulg<sup>-2</sup>, lo que hace que la manzana de la Sierra de Arteaga tenga menor tiempo de almacén, aun con aplicaciones de calcio foliar, por lo cual, la localidad y la naturaleza del árbol hacen menor su vida de anaquel que la manzana americana.

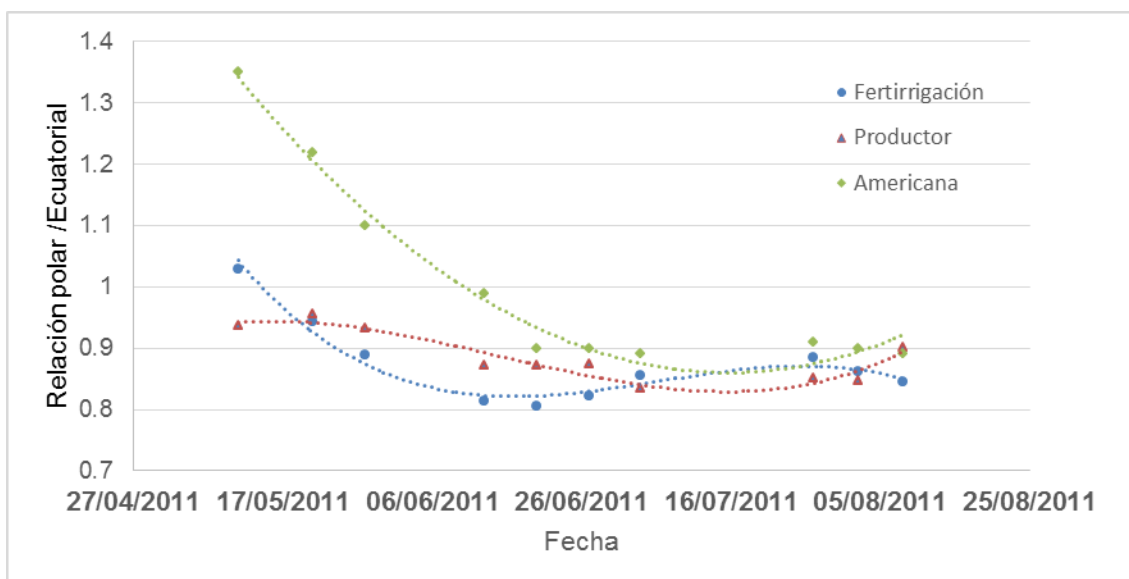


Figura 1. Cambio de la relación diámetro polar/ecuatorial en el fruto de manzano

La manzana que se produce en La sierra de Arteaga es ovalada (Figura 1) y no tiene la forma alargada de la manzana americana producida en EUA; además, la manzana de Arteaga es de un color rojo rosado más intenso para las variedades tipo red y de amarillo intenso para las variedades tipo Golden diferente a las americanas por su color cenizo tanto en red como en Golden.

Lo más importante en la transferencia del programa de fertirrigación es la bomba de inyección tipo pistón, que tiene un costo aproximado de \$ 15,0000 como inversión inicial y como la mayoría de las fuentes de fertilizantes son importadas y su costo varía en función a la cotización diaria del dólar, los costos al mes de mayo de 2014 para huertas establecidas con árboles de más de 7 años fueron \$8,513 por hectárea con el programa INIFAP, estos costos son menores en 15% respecto a no utilizar un programa adecuado.

## CONCLUSIONES

El primer año el programa tuvo mucho mayor rendimiento respecto al productor cooperante y para el segundo año como el productor adopta este programa su rendimiento se incrementa pero sin superar al programa.

El programa de fertirrigación cumple con lo establecido de variabilidad y ajuste durante el programa, lo que indica que estos programas deben ser manejados por personal técnico especializado.

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alcántar G., G. y L. Trejo-Téllez, 2007. Nutrición de cultivos. Ed. Mundi Prensa México. S. A. de C. V. México, D. F. 454 p.
- Burt C.; K. O. Connor and T. Ruehr. 1995. Fertigation. Irrigation Training and Research Center. California Polytechnic State University. San Luis Obispo, CA, USA. 295 p.
- Briones-Sánchez, G.; J. M. Covarrubias-Ramírez y M. del R. Zúñiga Estrada. 2007. Fertilización postcosecha en manzano en la Sierra de Arteaga, Coahuila. *In: Amador R, M. D.; J. A. Zegbe D.; L. R. Reveles T.; J. Mena C. y A. Serna P. (eds). Memoria del XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, A. C. Zacatecas, Zac. p 63.*
- Cadahia L., C. 2005. Fertirrigación. 3ª ed. Mundiprensa. Madrid. España. 881 p.
- Covarrubias-Ramírez, J. M. 2003. Guía para preparar mezclas de fertilizantes en sistemas de fertirrigación. Folleto técnico Núm. 6. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Saltillo, Coah. 27 p.
- Covarrubias-Ramírez, J. M. 1999a. Análisis foliar en manzano. Una herramienta básica en la fertirrigación. Desplegable Técnica Num. 4. CESAL. CIRNE. INIFAP. Septiembre. Saltillo, Coah.
- Covarrubias-Ramírez, J. M. 1999b. Corrección de la deficiencia de zinc en manzano. *In: 500 tecnologías llave en mano. Tomo II. SAGAR- INIFAP. México, D. F. p 33.*
- Covarrubias-Ramírez, J. M. 1999c. Corrección de deficiencia de cobre en manzano. *In: 500 tecnologías llave en mano. Tomo II. SAGAR- INIFAP. México, D. F. p 34.*
- Covarrubias-Ramírez, J. M. y J. A. Vázquez R. 2014. Guía de fertirrigación y nutrición del manzano en Coahuila y Nuevo León. C.E. Saltillo-CIRNE-INIFAP. Folleto Técnico No. MX-0-310391-28-03-15-09-60. 77 p.
- Covarrubias-Ramírez, J. M.; G. Briones S.; J. A. Vázquez R. y F. J. Contreras de la R., 2010. Nutrición del manzano. *In: Manual para el cultivo de manzano en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Reyes López, Alfonso. Editor. Libro electrónico en <http://www.cultivodemanzana.com/> 51 p.*
- Covarrubias-Ramírez, J. M. y L. Hernández F. 2005. Biofertirrigación en maíz, manzano y papa en México. *In: Memorias del VIII Simposio Internacional de Agricultura Sostenible. SOMAS. Cd. Victoria, Tamps. CD-ROM. p 37.*
- Covarrubias-Ramírez, J. M. y V. González R. 2001. Fertirrigación del manzano en huertas de alta densidad en la Sierra de Arteaga, Coahuila. *In: Memorias del IX Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Oaxtepec, Mor. Horticultura Mexicana 8(3):379.*
- Davies, F. S. 1996. Fertigation of citrus. *In: Memorias del 1<sup>er</sup> Simposio de Fertirrigación. Hermosillo, Son. pp 70-75.*
- Gurovich, L. A. 1996. Fertigación de la vid. Avances y desafíos. *In: Memorias del 1<sup>er</sup> Simposio de Fertirrigación. Hermosillo, Son. pp 76-85.*
- Haman, Dorota Z. 1996. Microirrigation and fertigation of vegetables. *In: Memorias del 1<sup>er</sup> Simposio de Fertirrigación. Hermosillo, Son. pp 97-109.*
- Irrigation Association. 1999. Chemigation. Ed. I.A. Fairfax, VA. 192 p.
- Mills, H. A. and J. B. Jones Jr. 1996. Plant analysis. Handbook II. Micro Macro Publishing Inc. Boca Ratón, FL. 255 p.
- Sánchez G., P. 2002. Nutrición vegetal. Curso postgrado. Colegio de Postgraduados - IRENAT - Edafología - Nutrición Vegetal. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 264 p.
- Soto Parra, J. M.; Yáñez Muñoz, R. M.; Piña Ramírez, F. J.; Flores Plascencia, J. B.; Mancera López, M.M.; Basurto Sotelo M.; Pérez Leal, R. 2013. Calidad postcosecha de manzana bajo fertilización nitrogenada complementada con macronutrientes. Maya Delgado, Yolanda *et al.* (eds). Memoria XXXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. La Paz, B.C.S. 38 (2): 41-45.

## **EFFECTO DE LA MALLA ANTIGRANIZO EN LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO EN MANZANO EN EL SURESTE DE COAHUILA**

**Díaz L., O. E.<sup>2</sup>; Covarrubias R., J. M.<sup>1\*</sup>; Zermeño G., A.<sup>3</sup>; Sánchez Ch., J. D.<sup>1</sup>.**

<sup>1\*</sup> C. E. Saltillo, INIFAP<sup>2</sup>; CIQA, Saltillo,<sup>3</sup>Depto. Riego y Drenaje, UAAAN.  
covarrubias.juan@inifap.gob.mx

### **INTRODUCCIÓN**

La tasa de evapotranspiración (ET) de los árboles de una huerta permite determinar sus requerimientos hídricos. Para lograr un adecuado manejo del agua de riego en las huertas, es necesario determinar la tasa diaria de ET. De esta forma, es posible aplicar los riegos en el momento oportuno y en la cantidad requerida, para mejorar la eficiencia del uso de agua. (Zermeño *et al.*, 2010).

A la fecha, existen diferentes métodos para estimar la tasa de evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) a partir de datos climatológicos (López *et al.*, 1991., Araujo *et al.*, 2007), sin embargo, el método FAO Penman Monteith es el más ampliamente recomendado como el método estándar para estimar la evapotranspiración de referencia con validez mundial en los diferentes tipos de clima. Este método proporciona resultados más consistentes para el consumo real del agua por los cultivos y ha sido comprobada ampliamente por organismos especializados, incluyendo la Organización Meteorológica Mundial. (Guevara-Díaz, 2006).

El objetivo de estudio fue determinar la ET<sub>o</sub> de una huerta de manzano con el método FAO Penman Monteith, y sus requerimientos hídricos (ET) bajo malla antigranizo en la programación del riego.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en 2013 en una huerta de manzano de la variedad Golden Vigas en el poblado Jame, municipio de Arteaga, Coahuila. El lugar está situado a una latitud 25° 20' con una longitud 100° 36' 48" y una altitud de 2534 msnm. La sección de riego en la huerta mide 100 m largo x 104 m ancho equivalente a 1.04 hectáreas. La plantación fue 3 m entre árboles y 4 m entre líneas, con una población de 867 árboles ha<sup>-1</sup>. La edad de los arboles fue 15 años y una altura promedio de 2.5 metros. La huerta cuenta con una malla anti-granizo con hilos de polietileno con una apertura de 5 mm por 4 mm y un efecto de sombreado del 12%. Para la estimación del programa de riegos se utiliza la variable ET<sub>o</sub> que es la evapotranspiración de referencia. Para determinar ET<sub>o</sub> se utilizó el modelo de FAO - Penman y Monteith descrito por

Allen *et al.* (2005) este valor se encuentra en la información disponible a través de internet en la estación La Rosita dentro de la red de clima del INIFAP en la página (<http://clima.inifap.gob.mx/redinifap/estaciones.aspx>). El valor de ET se obtiene de la ETo diaria y el coeficiente de desarrollo del cultivo (kc) de manzano para el riego. Donde  $kc = 0.05129 + 0.01176D - 0.00003016D^2 + 0.00000000995762D^3$ ,  $R^2 = 0.98^{**}$ , y D son los días del año (Covarrubias y Vázquez, 2014).

El valor de ETo dentro de la huerta con malla antigranizo se realizó con una estación transmisora/repetidora (A733 ADDWAVE) que envía la información a la base de datos y un juego de postes para instalar la estación repetidora (A730P). Los sensores que realizan las lecturas de las diferentes variables son los siguientes: sensor de velocidad y dirección de viento (A730WIN), sensor de radiación solar (A730SR), sensor de precipitación (A730RG), sensor de humedad de la hoja. (WET leafwetness sensor incl. holder), sensor combinado de temperatura y humedad relativa (SEN-R CombisensorTemp/RH Adcon TR1). La radiación neta se estimó a partir de los valores integrados de radiación solar total diaria (Villaman *et al.*, 2001). El índice de transmisividad de la malla a la radiación solar se determinó con mediciones simultáneas de la radiación solar fuera y bajo la malla con un piranómetro de silicón. Las mediciones se realizaron bajo condiciones de cielo despejado entre las 12 y las 15 h del horario de verano.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor del índice de transmisividad de la malla fue de 0.771, el color de la malla es negro, estas mallas tienen en promedio una reducción de la radiación solar del 25%, la diferencia en la transmisividad fue 22.9%, similar a lo reportado (Iglesias y Alegre, 2006).

La ETo mensual sin efecto de la malla se muestra en el cuadro 1, los meses con valores más altos fueron Mayo y Junio respectivamente y por efecto de la malla se reducen los valores. La ETo total para el ciclo de producción del cultivo fue 728.94 mm, y fue 131.42 mm menor que la observada sin efecto de malla. Esto representó una reducción del 15.28%. Otros estudios también han reportado una reducción de la tasa de evapotranspiración debido al efecto de malla sombra, malla antifidos y antigranizo. Por ejemplo, Möller *et al.* (2004) mencionan que debido a la reducción de la radiación y la velocidad del viento de la malla antifidos, la tasa de evapotranspiración de un cultivo de chile morrón fue 60% menor con respecto al valor observado en condiciones de cielo abierto. Similarmente, Siqueira *et al.* (2012) indican que la malla sombra ocasiona un ambiente más húmedo y de menor radiación que reduce la tasa de transpiración e incrementa la eficiencia del uso del agua de los cultivos.



Cuadro 1. Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) y requerimiento hídricos (ET) en la programación del riego.

Mes	ET <sub>o</sub> (mm)	ET <sub>o</sub> (mm)	ET (mm)
	Sin Malla	Bajo Malla	
Marzo	75.2	64.0	52.3
Abril	137.8	117.7	113.4
Mayo	155.9	133.7	146.9
Junio	145.8	123.9	146.0
Julio	87.5	73.5	88.4
Agosto	137.1	115.7	135.7
Septiembre	121.0	100.5	109.3
Total	860.4	728.9	791.9

El sistema de riego está colocado en cada hilera de árboles con emisores a cada metro y un gasto de aplicación de 1.95 LPH m<sup>-1</sup>. La huerta se regó cada tercer día durante el periodo de producción del manzano que inicia en Marzo y termina en Septiembre. En Marzo, Agosto y Septiembre se aplicaron 7 h de riego cada tercer día, correspondiente a un volumen de 1.36 m<sup>3</sup> por cada 100 m de longitud. Esto represento una lámina de 4.55 mm.

En Abril, Mayo, Junio y Julio se aplicó 8 horas diarias de riego, para tener un volumen de 1.56 m<sup>3</sup> equivalente a una lámina de 5.2 mm. Durante los meses en los que el cultivo se encuentra en estado de reposo se aplican riegos de auxilio con frecuencias de un riego por mes aproximadamente para evitar problemas de estrés hídrico en los árboles de la huerta.

En el Cuadro 2 se muestra la relación entre la lámina de agua evapotranspirada, lámina aplicada por el riego y las aportaciones por precipitación. Los valores indican que el manejo del agua en la huerta de manzano fue adecuado, ya que la suma de la lluvia más las láminas de agua por riego durante el ciclo de producción del manzano (Marzo a Septiembre) fue solo 0.12 mm mayor que la lámina total de agua evapotranspirada durante el mismo ciclo.

En Marzo el agua aplicada es mayor que ET, porque el cultivo estuvo en dormancia y se requiere que se lleve el perfil del suelo a capacidad de campo y cumplir el efecto del riego que es suministrar el agua que consume el árbol.

La distribución de la lluvia no es uniforme durante el ciclo de producción del manzano, ya que en Julio y Septiembre se acumuló el 66.51 % de la precipitación, ocasionando un exceso de agua en estos meses y un déficit en los otros; el exceso provoca saturación del perfil del suelo y

ahogamiento de las raíces induciendo enfermedades radiculares como *Phytophthora cactorum* (Starr, 2005).

Cuadro 2. Efecto del riego y la lluvia con la tasa de evapotranspiración (ET) en manzano.

Mes	Riego mm	Lluvia mm	Agua aplicada mm	ET mm
Marzo	31.85	33.8	65.65	52.3
Abril	67.6	0.6	68.2	113.4
Mayo	67.6	24.4	92	146.9
Junio	67.6	50.4	118	146.0
Julio	36.4	107.2	143.6	88.4
Agosto	65	39	104	135.7
Septiembre	54.6	146	200.6	109.3
	390.65	401.4	792.05	791.9

Puppo y García (2010), compararon los datos de evapotranspiración (ET) de una huerta de durazno obtenido con un lisímetro volumétrico, contra la ET estimada con el método FAO Penman Monteith, los resultados mostraron que con el método FAO Penman Monteith se puede obtener el consumo diario de agua de los árboles de la huerta. Sin embargo, el consumo de agua estimado con este método puede ser sobreestimado cuando se utilizan valores de Kc de manuales o tablas (Mestas, 2011), en cambio los obtenidos mediante la relación ET/ET<sub>o</sub>, bajo condiciones de campo en terrenos de agricultores son más exactas (Covarrubias y Vázquez, 2014).

### CONCLUSIONES

El método FAO Penman Monteith con el coeficiente del cultivo es adecuado para estimar el consumo de agua en las huertas de manzano con cubierta de malla antigranizo.

Con la tasa de evapotranspiración (ET) del manzano podemos determinar sus requerimientos hídricos, porque fue similar a la suma de la lámina de riego aplicada y la lámina de lluvia.

Sin embargo, la distribución de la precipitación no fue uniforme ya que durante Abril, Mayo, Junio y Agosto se presentó un déficit hídrico como resultado de las altas temperaturas y de la escasa precipitación; en cambio en Julio y Septiembre se presentó un exceso de lluvia, lo que provocó que la suma de la lámina de riego y la lluvia fuera mayor que la evapotranspiración.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Allen, R.G.; Walter, A.; Elliott, R.; Howell, T.; Itenfisu D. and M. Jensen. 2005. The standardized reference evapotranspiration equation. Environmental and Water Resources. Institute of the American Society of Civil Engineers. ASCE. 70 p.
- Araujo, W.F., Costa, S. A. A., Dos Santos, A. E. 2007. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (eto) para. *Caatinga* 20(4):84-88.
- Covarrubias-Ramírez, J. M. y J. A. Vázquez R. 2014. Guía de fertirrigación y nutrición del manzano en Coahuila y Nuevo León. C.E. Saltillo-CIRNE-INIFAP. Folleto Técnico No. MX-0-310391-28-03-15-09-60. 77 p.
- Guevara-Díaz, J. M. 2006. La fórmula de Penman- Monteith FAO 1998 para determinar la evapotranspiración de referencia, ETo. *Terra* 22 (31): 31-72.
- Iglesias, I. y Alegre, S. 2006. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. *Journal of Applied Horticulture* 8 (2): 91-100.
- López E, J., L. Tijerina Ch., G. Haro A. y R. Arteaga R. 1991. Calibración de fórmulas de evapotranspiración mediante un cultivo de alfalfa como referencia en el área de Montecillo, Estado de México. *Agrociencia* 2 (1): 55-72.
- Mestas V, R. 2011. Régimen hídrico del suelo y evapotranspiración en áreas agrícolas y forestales. Tesis doctoral. Universidad de la Coruña. 203 p.
- Möller, M., Tanny, J., Li, Ya., Cohen, S. 2004. Measuring and predicting evapotranspiration in an insect-proof greenhouse. *Agricultural and Forest Meteorology* 127(1-2):35-51.
- Puppo, L. Y García, P. M. 2010. Determinación del consumo de agua del duraznero por lisimetría. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 14(1): 25-31.
- Siquiera, B. M., Katul, G.G., Tanny, J. 2012. The Effect of the Screen on the Mass, Momentum, and Energy Exchange Rates of a Uniform Crop Situated in an Extensive Greenhouse. *Boundary - Layer Meteorol* 142: 339-363.
- Starr, G.C. 2005. Assessing temporal stability and spatial variability of soil water patterns with implications for precision water management. *Agriculture Water Management* 72 (3): 223-243.
- Villaman, R. Tijerina, L, Quevedo, A. y Crespo, G. 2001. Comparación de algunos métodos micro meteorológicos para estimar la evapotranspiración, en el área de Montecillo, México. *Terra* 19(3):281-291.
- Zermeño-Gonzalez, A., Flores-Guerrero, J. A., Munguía-López, J. P. 2010. Evapotranspiración y su relación con la evapotranspiración a equilibrio en una huerta de nogal pacanero (*carya illinoensis*) del Norte de México. *Agrociencia* 44(8): 885-893.

## RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE HIGUERILLA CULTIVADOS EN DURANGO, MÉXICO

Rafael Jiménez Ocampo<sup>1</sup>, Rigoberto Rosales Serna<sup>1</sup>, Ramón Jiménez Regalado<sup>2</sup>, Pablo Alfredo Domínguez Martínez<sup>1</sup>, Brenda A. Breton Vázquez<sup>3</sup>, Héctor M. Tinoco Gurrola<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. Tel. 618-8260426, ext. 220. jimenez.rafael@inifap.gob.mx. <sup>2</sup>INIFAP-Valle de México. km 13.5 Carr. Los Reyes- Texcoco, Estado de México. C. P. 56250. <sup>3</sup>Estudiantes de la Universidad Politécnica de Durango. Carretera Durango-México km. 4.5. Durango, México. C. P. 34300.

### INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe interés por la identificación de insumos para producir biocombustibles líquidos, como etanol, biodiesel y bioturbosina, que complementen el uso de los hidrocarburos fósiles derivados del petróleo (Lourenço *et al.*, 2007). En México, el gobierno federal promueve la validación de germoplasma de higuierilla (*Ricinus communis* L.) para la producción de grano, extracción de aceite y elaboración de biodiesel y alimentos animales. En diferentes países del mundo se han generado híbridos y variedades de higuierilla de alta productividad. En México se recolectaron poblaciones escapadas de higuierilla en diferentes entidades, las cuales han incrementado su adaptación en condiciones ambientales adversas debido a un proceso natural de selección. Además, se inició la caracterización de las colectas locales de higuierilla con la finalidad de establecer las posibilidades reales para el cultivo de esta especie en Durango (Jiménez *et al.*, 2012).

La caracterización de colectas e híbridos de higuierilla se ha realizado principalmente con base en altura, longitud de la espiga, dehiscencia de cápsulas, rendimiento, peso de 100 semillas y proporción de grasa en el grano (Jiménez *et al.*, 2012; Rosales *et al.*, 2013). Es recomendable comparar el rendimiento de los híbridos de alta productividad y las variedades seleccionadas previamente. La selección de germoplasma con valores altos de rendimiento, proporción de grasa y proteína contribuirá a mejorar la competitividad de los productores agropecuarios de Durango. Además, la reconversión productiva y recolecta de grano en poblaciones escapadas de higuierilla propiciarán la creación de fuentes de empleo y mejorará el nivel de vida de la población duranguense, lo cual puede ser logrado mediante el incremento de los ingresos económicos, uso eficiente de los recursos naturales y conservación del ambiente. Por ello, se están evaluando las características morfológicas de la planta, inflorescencia, frutos y semillas de diferentes híbridos y variedades de higuierilla en varias entidades de México. El objetivo fue evaluar el rendimiento de diferentes híbridos comerciales de higuierilla en Durango. Con ello se

espera contribuir para incrementar la competitividad en la producción de biodiesel y las actividades pecuarias desarrolladas en la entidad.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La evaluación de la higuierilla se realizó en un lote establecido en las instalaciones del INIFAP Durango con base en el rendimiento, longitud de la espiga, peso de la semilla, rendimiento potencial de aceite y análisis químico proximal. El área de estudio se encuentra ubicada en el km 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, a los 23° 59' 21" N, 104° 37' 33" O con una altitud de 1,877 m. El suelo predominante es franco y tiene capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad media, pendiente de 0 a 2 % y pH de 6.5. Para el contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno se encontraron niveles de pobreza. El clima de la región es templado semiárido con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura (BS<sub>1</sub>Kw (w) (e)) y registra una temperatura media anual de 17.4 °C (García, 1987).

En el presente trabajo se utilizaron tres híbridos comerciales de higuierilla K75, K93 y K855 y se compararon con un testigo local (F 12), el cual correspondió a la colecta obtenida a partir de una población escapada de La Ferrería, Dgo. La siembra se realizó el día 26 de Junio de 2013 en franjas apareadas de 16 surcos y la separación entre hileras de plantas fue de 0.81 m. Después de la emergencia de las plantas, las franjas fueron aclareadas para dejar una planta cada 1.5 m (8,000 plantas ha<sup>-1</sup>). Cada lote fue de 16 surcos de 100 m de longitud, se aplicó un riego de auxilio y para el control de la maleza se realizó una escarda y dos deshierbes manuales.

En cada franja se marcaron 20 plantas al azar para evaluarla longitud de la espiga en el tallo principal y la altura de la planta con una regla métrica de tres metros, con precisión de un centímetro. Para la determinación del rendimiento se tomaron cinco muestras en madurez, las cuales consistieron en dos surcos de 5 m de longitud. En cada muestra se cosecharon todas las espigas, para luego ser trilladas en dos pasos, labor manual (separando las cápsulas del raquis de la espiga) y mecánica (separando la semilla de los carpelos y otros restos de la cápsula). La separación mecánica se realizó con una máquina descascaradora (DSC-300, KOED).

Para determinar el contenido de cenizas (materia inorgánica), extracto etéreo (grasa cruda), fibra cruda, proteína cruda y extracto libre de nitrógeno se realizó el análisis proximal (AOAC, 1990). La cantidad de cenizas se cuantificó mediante la incineración en seco de una muestra de 1 g a 600 °C. El contenido de grasa (extracto etéreo) se midió por el método de extracción continua en el aparato Soxhlet marca FOSS TECATOR con éter de petróleo como solvente. La fibra cruda fue determinada después de digerir las submuestras, libres de grasa, en soluciones

de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y después de la calcinación de los residuos. La proteína cruda (PC) se estimó por el método micro-Kjeldahl usando el factor  $N \times 6.25$ . El extracto libre de nitrógeno (ELN) se determinó a partir de la diferencia con respecto a 100% de la suma de proteína, ceniza, fibra cruda y grasa  $ELN = 100\% - (\text{cenizas} + \text{proteína} + \text{fibra} + \text{extracto etéreo})$ . Las determinaciones se realizaron por cuadruplicado en cada uno de los híbridos. Los datos fueron analizados con un análisis de la varianza bajo un diseño completamente aleatorio, considerando las plantas como repeticiones (20) en el caso de las variables morfológicas y cinco repeticiones en el caso del rendimiento, peso de 100 semillas y las variables incluidas en el análisis químico proximal (cenizas, grasa, proteína, fibra y extracto libre de nitrógeno). La comparación de medias se obtuvo con base en la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento en Campo

Se observaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre híbridos para las variables altura de la planta y longitud de la espiga (Cuadro 1). El híbrido comercial K 93 superó en altura (1.83 m) al resto de los materiales evaluados, los cuales resultaron estadísticamente iguales entre sí, con valores de 1.54 m (K 855), 1.52 m (F 12) y 1.41 m (K 75) (Cuadro 2). Los resultados difirieron con respecto a los reportados en trabajos previos que se realizaron en Durango (Rosales *et al.*, 2013), en los que se reportaron alturas de la planta de 2.17 m en el caso del testigo local sembrado en baja densidad ( $8,000 \text{ plantas ha}^{-1}$ ). Lo anterior, se debió al menor tiempo de crecimiento registrado en 2013, debido a que se sembró a finales de junio, mientras que en los reportes anteriores se sembró el mes de marzo. Rosales y colaboradores (2013) demostraron que la cantidad de lluvia (406 mm), fertilización y la mayor longitud del periodo de crecimiento influyó considerablemente en la altura de la planta y el rendimiento de grano.

Cuadro 1. Análisis de varianza de variables evaluadas en campo para híbridos de higuera.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	ALTURA DE PLANTA (CM)	LONGITUD DE LA ESPIGA (CM)
HÍBRIDO	3	6595.4**	4164.1**
REPETICIONES	19	668.8	264.3
ERROR	57	769.4	216.2

<b>PROMEDIO</b>	158.1	52.2
<b><sup>1</sup>C. V. (%)</b>	17.5	28.2

<sup>1</sup>C. V. = Coeficiente de variación; \*\* = altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ).

Los híbridos que mostraron mayor longitud de la espiga fueron K 75 (64.0 cm) y K 855 (62.4 cm), lo cual les permitió superar significativamente (10.0%) al resto de los materiales evaluados. El testigo local (F 12) mostró la menor longitud de espiga con 32.8 cm. Los resultados difieren de los presentados por Abimiku *et al.* (2012) en los que se evaluaron diferentes variedades de higuierilla y los valores de la longitud de la espiga oscilaron entre 11.5 cm y 35.76 cm, lo que sugiere que el mejoramiento genético y el vigor híbrido pueden favorecer el incremento de esta característica. En otros estudios se menciona la importancia de contar con espigas semi-compactas con una longitud superior a 40 cm, con la finalidad de incrementar el potencial de rendimiento (Severino *et al.*, 2013).

Cuadro 2. Promedios de variables evaluadas en campo para híbridos de higuierilla.

<b>HÍBRIDO</b>	<b>ALTURA DE PLANTA (CM)</b>	<b>LONGITUD DE LA ESPIGA (CM)</b>
<b>K 75</b>	141.1 <sup>b</sup>	64.0 <sup>a</sup>
<b>K 93</b>	183.8 <sup>a</sup>	49.8 <sup>b</sup>
<b>K 855</b>	154.9 <sup>b</sup>	62.4 <sup>a</sup>
<b>F 12 (T)</b>	152.9 <sup>b</sup>	32.8 <sup>c</sup>
<b>PROMEDIO</b>	158.1	52.2
<b><sup>1</sup>C. V. (%)</b>	17.5	28.2

t= testigo; <sup>1</sup>C. V. = Coeficiente de variación; <sup>a,b,c</sup> = Diferencia significativa Tukey ( $p \leq 0.01$ ).

### **Rendimiento y peso de 100 semillas**

En la evaluación se observaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre híbridos para el rendimiento y peso de 100 semillas (Cuadro 3). Los híbridos comerciales K 93 (1,406.0 kg ha<sup>-1</sup>) y K 855 (1,248.6 kg ha<sup>-1</sup>) fueron estadísticamente superiores al resto de los materiales evaluados (Cuadro 4). El testigo local registró el valor de rendimiento más bajo con 708.9 kg ha<sup>-1</sup>. Los rendimientos registrados son bajos en comparación con los obtenidos en otros estudios, en los que se reportan entre 3,098 y 3,893 kg ha<sup>-1</sup> (de Souza *et al.*, 2012). Lo anterior, establece la necesidad de avanzar en el mejoramiento genético, selección de germoplasma adaptado y optimización del manejo agronómico de la higuierilla en Durango, con la finalidad de incrementar su rendimiento y rentabilidad económica. Los resultados muestran que existen híbridos de

higuerilla que pueden superar el rendimiento de las variedades locales, aunque es necesaria la adquisición recurrente de semilla para la siembra de nuevos lotes de producción.

Cuadro 3. Análisis de varianza de variables evaluadas en campo para híbridos de higuerilla.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	RENDIMIENTO KG HA <sup>-1</sup>	PESO DE 100 SEMILLAS (G)
HÍBRIDOS	3	535350.3**	616.9**
REPETICIONES	4	59657.9	12.9
ERROR	12	42062.7	4.4
PROMEDIO		1054.1	25.4
<sup>1</sup> C. V. (%)		19.5	8.2

<sup>1</sup>C. V. = Coeficiente de variación; \*\* = altamente significativo (P ≤ 0.01).

Cuadro 4. Promedios de variables evaluadas en campo para híbridos de higuerilla.

Híbrido	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	Peso de 100 semillas (g)	*Rendimiento potencial de aceite kg ha <sup>-1</sup>
K 75	853.1 <sup>b</sup>	28.3 <sup>b</sup>	229
K 93	1,406.0 <sup>a</sup>	35.0 <sup>a</sup>	291
k 855	1,248.6 <sup>a</sup>	28.9 <sup>b</sup>	245
F 12 (t)	708.9 <sup>b</sup>	9.4 <sup>c</sup>	96
Promedio	1,054.1	25.4	215
<sup>1</sup> C. V. (%)	19.5	8.2	

t= testigo; <sup>1</sup>C. V. = Coeficiente de variación; <sup>a-c</sup>= Diferencia significativa Tukey (p ≤ 0.01)

\*Calculado en base al rendimiento por hectárea, proporción de aceite de las muestras y eficiencia en la extracción.

El tamaño ideal del grano de higuerilla para favorecer el rendimiento debe ser mayor a 30 g por cada 100 semillas (Severino *et al.*, 2013). Lo anterior, se corroboró en el presente estudio en donde se observó que el híbrido que mostró el mayor peso de 100 semillas, también obtuvo el valor más alto para el rendimiento. Este carácter presenta reducida fluctuación intra-poblacional debido a los factores genéticos y la capacidad de ajustar otros componentes, sin modificar significativamente el peso individual del grano (Severino y Auld, 2013). Entre híbridos se observó menor fluctuación para el peso de 100 semillas (28.3-35.0 g) en comparación con las poblaciones escapadas.



### Análisis químico proximal

En el análisis se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre híbridos para el contenido de ceniza y proteína (Cuadro 5). El híbrido K 75 registró el valor más alto para el contenido de cenizas con 3.9 %, aunque resultó estadísticamente igual al testigo F 12 (3.6 %) y K 93 (2.9 %) (Cuadro 6). Los valores de ceniza fueron inferiores a los reportados en otros estudios con higuierilla, en los que se observó un valor de 5.3 % en semilla cruda (Nsa *et al.*, 2011). La variación en los resultados se debió a la variación del germoplasma utilizado y las condiciones ambientales de cultivo. El contenido de cenizas está relacionado con los minerales presentes en el grano y esto puede influir en la calidad nutricia de las pastas proteicas obtenidas después de la extracción de aceite.

Cuadro 5. Análisis de varianza de características incluidas en el análisis químico proximal realizado a la semilla de híbridos de higuierilla.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cenizas (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Grasa (%)	ELN (%)
Híbridos	3	2.2	15.3	18.9 <sup>n.s.</sup>	116.1	279.0
Repeticiones	4	0.1	4.0	64.5	3.8	25.5
Error	9	0.4	2.5	15.8	12.6	29.2
Promedio		3.2	16.0	28.6	20.2	32.1
<sup>1</sup> C. V. (%)		21.1	9.8	13.9	17.6	16.9

n.s.= no significativo.

El contenido de proteína fue estadísticamente superior en los híbridos K 855 (18.2 %), K 75 (16.8 %) y K 93 (15.4 %) en comparación con el testigo F 12 (13.6 %). El contenido de proteína obtenido en este trabajo fue considerablemente inferior al reportado en otros estudios en los que se obtuvo un valor de 31.0 % (Nsa *et al.*, 2011). Lo anterior, se debió a la deficiencia de nutrientes ya que se omitió la aplicación de fertilizante para conocer la respuesta del germoplasma evaluado bajo esas condiciones.

El contenido de fibra fue estadísticamente igual en todos los materiales evaluados, con un promedio de 28.6 % y una fluctuación entre 26.1 % (F 12) y 31.1 % (K 93). La fibra fue considerablemente mayor con respecto a los valores obtenidos en otros trabajos en los que se reportaron valores de 11.4 % bajo condiciones de remojo y ebullición de las semillas (Nsa *et al.*, 2011). La fibra es un aspecto importante debido a su influencia en la digestibilidad de las pastas

proteicas de higuera, las cuales se utilizan en la alimentación de ganado bovino y aviar (Galindo *et al.*, 2013; Jiménez *et al.*, 2013).

Se detectaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre los materiales evaluados para el contenido de grasa y ELN. El testigo registró el contenido de grasa (13.6 %) significativamente inferior con respecto a los híbridos, que mostraron valores entre 19.6 % (K 855) y 26.8 % (K 75). Los valores para el contenido de grasa cruda en el híbrido K 855 fue similar al registrado en otros materiales por Nsa y colaboradores (2011) en los que se reportaron valores de 19.9 % pero inferiores a lo reportado por Jiménez (2012) de 26.1 a 38.2 %. El testigo local F 2012 registró el valor más alto de ELN (43.1 %), aunque resultó estadísticamente igual al híbrido K 855 (32.4 %). Nsa y colaboradores (2011) reportó un valor de ELN de 32.5 %, por lo que puede decirse que el testigo mostró valores altos para esta variable, aunque esto redujo de manera significativa el contenido de proteína y grasa.

Cuadro 6. Promedio de variables incluidas en el análisis químico proximal realizado a la semilla de híbridos de higuera.

HÍBRIDO	CENIZAS (%)	PROTEÍNA (%)	FIBRA (%)	GRASA (%)	ELN (%)
K 75	3.9 <sup>a</sup>	16.8 <sup>ab</sup>	29.7	26.8 <sup>a</sup>	22.9 <sup>b</sup>
K 93	2.9 <sup>ab</sup>	15.4 <sup>ab</sup>	31.1	20.7 <sup>ab</sup>	30.0 <sup>b</sup>
K 855	2.3 <sup>b</sup>	18.2 <sup>a</sup>	27.6	19.6 <sup>ab</sup>	32.4 <sup>ab</sup>
F 2012 (T)	3.6 <sup>a</sup>	13.6 <sup>b</sup>	26.1	13.6 <sup>b</sup>	43.1 <sup>a</sup>
PROMEDIO	3.2	16.0	28.6	20.2	32.1
<sup>1</sup> C. V. (%)	21.1	9.8	13.9	17.6	16.9

t= testigo; <sup>1</sup>C. V. = Coeficiente de variación; <sup>ab</sup> = Diferencia significativa Tukey( $p \leq 0.05$ ).

### CONCLUSIONES

Los híbridos de higuera evaluados superaron al testigo local en altura (K 93), longitud de la espiga, rendimiento, peso de 100 semillas, contenido de proteína y proporción de grasa. Los resultados mostraron que existen híbridos de higuera (K 93 y K 855) que pueden utilizarse para la producción de grano de esta especie en Durango. Los híbridos y variedades de higuera mostraron baja eficiencia en la producción de grasa útil en la elaboración de biodiesel. Las condiciones de cultivo y la variedad son factores que influyen en el contenido de fibra, por ello es necesario avanzar en el mejoramiento genético para reducir el contenido de fibra y combinar

esto con la decorticación de la semilla antes de la extracción del aceite. Con ello, se mejorará la calidad alimenticia de las pastas proteicas de higuierilla.

Se agradece el apoyo otorgado por el fondo SAGARPA-CONACYT a través del proyecto: SAGARPA-CONACYT 2011-10-169049.

## BIBLIOGRAFIA

- Abimiku O. E.; E. D. Azagaku; E. Ndor. 2012. Genetic variability and correlation studies in some quantitative characters in castor (*Ricinus communis* L.) accessions. Asian J. of Agric. Sci. 4(6): 368-372.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 13th ed. American Organization. Washington, DC. USA. 730 p.
- de Souza G. D.; R. Peres S.; D. Bottino; A. Mazetti F. 2012. Crescimento e produtividade da mamona de porte baixo em diferentes espaçamentos e populações de plantas. Interciencia 37(1): 49-54.
- Galindo V. C.; R. Jiménez O.; J. N. Rubio V.; R. Rosales S.; O. Limones B.; B. Sánchez T. 2013. Avances de investigación: efecto de la alimentación de ganado bovino con pasta de higuierilla en Durango, México. Memorias del XXXVIII Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, México. pp. 523-528.
- 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.
- Jiménez O. R.; M. R. Alemán M.; R. Rosales S.; J. C. Ríos S.; C. A. Nava M. 2012. Caracterización morfológica y química de poblaciones naturales de higuierilla de diferentes sitios del estado de Durango. Memoria del VIII Simposio Internacional Sobre Flora Silvestre en Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo-URUZA. Bermejillo, Dgo. Méx. pp. 649-658.
- Jiménez O. R.; J. A. Rodríguez G.; L. A. Ruíz F.; J. C. Mateos D.; R. Rosales S. 2013. Detoxificación de pastas de higuierilla y *Jatropha*. Folleto Técnico Núm. 71. SAGARPA-INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Méx. 32 p.
- Lourenço N. L.; P. A. Arraes P.; D. Ellis. 2007. Biofuels in Brazil: An Overview. Crop Sci. 47: 2228-2237.
- Nsa E. E.; S. N. Ukachukwu; M. A. Isika; P. O. Ozung. 2011. Effect of boiling and soaking durations on the proximate composition, ricin and mineral contents of undecorticated castor oil seeds (*Ricinus communis*). International J. Plant, Anim. Env. Sci. 1(3): 244-252.
- Rosales S. R.; R. Jiménez O.; S. Arellano A. 2013. Validación del rendimiento de higuierilla cultivada en dos densidades de población en el estado de Durango. Memoria de la XXV Semana Internacional de Agronomía. Venecia, Durango, Méx. pp. 502-509.
- Severino L. S.; D. L. Auld. 2013. Seed abortion and the individual weight of castor seed (*Ricinus communis* L.). Industrial Crops and Products 49: 890-896.

## DETERMINACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE FRIJOL DEL DDR 182 ZACATECAS

José Luís Ríos Flores<sup>1\*</sup>, Miriam Torres Moreno<sup>2</sup>, José Ruiz Torres<sup>1</sup>, Marco Antonio Torres Moreno<sup>3</sup>, Rafael Castro Franco<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup>Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, 35230. Durango, C.P. [j.rf2005@hotmail.com](mailto:j.rf2005@hotmail.com) <sup>2</sup>SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México. <sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

### INTRODUCCIÓN

En tanto que la producción de alimentos y el uso del agua son dos procesos estrechamente vinculados. A medida que la competencia por el agua se intensifica en todo el mundo, el agua en la producción de alimentos debe ser utilizada de manera más eficiente (Pasquale, Hsiao y Federes, 2007). El concepto de la productividad del agua fue establecido por Kijne *et al.*, (2003) como una medida sólida para determinar la capacidad de los sistemas agrícolas de convertir el agua en alimento. La productividad del agua es un indicador que se emplea para determinar si el uso del agua en los sistemas agrícolas es eficiente o no, además sirve como base para definir las oportunidades de redistribución del agua hacia otro objetivo (véase este como reconversión productiva, otro uso industrial, domestico, ganadero, acuícola, etc.). Esto permitirá a los tomadores de decisiones hacer juicios acerca de qué alternativas existen para resolver los problemas técnicos, de la productividad del agua, acerca de si una región es o no eficiente en la producción de determinado cultivo. Por ello el objetivo de este trabajo fue la determinación de la productividad física, monetaria y social del frijol en el Distrito de Desarrollo 182, del Estado de Zacatecas y comparar tales cifras con las obtenidas en el estado de Chihuahua.

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Fuentes de información.** Se emplearon datos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola, ciclo 2012, del SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera), específicamente cifras de superficie Cosechada, producción física anual, Precio Medio Rural (PMR), y rendimientos físicos  $\text{ha}^{-1}$  del cultivo de frijol en el DDR-182 Zacatecas. Para los Costos por hectárea se emplearon datos del Sistema de Agrocostos de FIRA, a través del cual se obtuvo el Costo total por hectárea. Asimismo, los Costos de producción por hectárea de FIRA, considera el volumen neto de agua irrigada al cultivo.

**Indicadores de eficiencia y productividad.**

Se desarrollaron modelos matemáticos para determinar los índices de eficiencia física y económica del uso del agua en el cultivo de frijol:

$$Y_1 = \frac{V}{RF} = \frac{10000 \text{ LR}}{RF}$$

$$Y_2 = \frac{1}{Y_1} = \frac{RF}{V} = 0.0001 \frac{RF}{\text{LR}}$$

$$Y_3 = \frac{V}{RM} = \frac{10000 \text{ LR}}{RM} = \frac{10000 \text{ LR}}{RF (\text{Pr})}$$

$$Y_4 = \frac{1}{Y_3} = \frac{RM}{V} = \frac{0.0001 RM}{\text{LR}} = \frac{0.0001 RF (\text{Pr})}{\text{LR}}$$

$$Y_5 = \frac{U}{V} = \frac{I - C}{10000 \text{ LR}} = \frac{0.0001 (RF (\text{Pr}) - C)}{\text{LR}}$$

$$Y_6 = \frac{1}{Y_5} = \frac{V}{U} = \frac{10000 \text{ LR}}{U}$$

$$Y_7 = \frac{U/\text{m}^3}{\text{Precio del agua}/\text{m}^3}$$

$$Y_8 = \frac{\text{Costo del riego por hectarea}}{\text{Volumen de agua por ha}}$$

$$Y_9 = \frac{\text{Precio del m}^3 \text{ de agua}}{\text{Ingreso bruto por m}^3 \text{ de agua}}$$

$$Y_{10} = \frac{\text{Costo total por ha}}{\text{Precio por ton}}$$

$$Y_{11} = \frac{\text{Rendimiento fisico por ha}}{Y_{10}}$$

Donde:

LR = Lámina de riego (m)

V= Volumen de agua utilizado (m<sup>3</sup>) = LR\*10000

RF= Rendimiento físico por hectárea t ha<sup>-1</sup>

I= RM= Ingreso o rendimiento monetario por hectárea (en pesos de 2009)

C= Costo por hectárea (en pesos de 2011).

U = Utilidad o ganancia bruta por hectárea (en pesos de 2011) = I - C

Pr = Precio real por tonelada (en pesos de 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Eficiencia física del aguade riego en el cultivo de frijol

En el análisis económico es evidente la necesidad de utilizar una ópticade eficacia económica global, es decir, no sólo eficacia técnica o productivasino también y, sobre todo, ante la escasez del recurso agua, la eficacia al asignar el agua. De este modo, por ejemplo, deben cambiarse las unidades de referencia a producción física y económica por metro cúbico de agua aportada en lugar de referir el análisis a producción por unidad de superficie; en este sentido existen algunos trabajos, muchos en el ámbito del riego deficitario controlado (García *et al.*, 2004). En este sentido se determinó que la productividad del agua subterránea, fue de 9,053 L kg<sup>-1</sup> para Villa de Coss, 7,500 L kg<sup>-1</sup> en Calera 8,442 L kg<sup>-1</sup>, para el DDR-182 Zacatecas, mientras que en el mismo cultivo producido en el Estado de Chihuahua, obtuvo un índice de productividad igual a 2,614 L kg<sup>-1</sup>.Lo anterior, señala, en principio, que Villa de Coss tuvo el mayor consumo de agua por kg de frijol, sin embargo al compararle con las cifras del Estado de Chihuahua se observa que estos índices fueron menos productivos. Se observó que 1m<sup>3</sup> de agua subterránea produjo 110 gr de frijol en Villa de Coss, 133 gr en Calera, 118 gren el DDR-182 Zacatecas, mientras en Chihuahua se generaron 380 gr. Lo anterior sugiere que la productividad del agua es inferior en Calera y Villa de Coss en relación al Estado de Chihuahua.

Cuadro 1. Productividad y eficiencia del agua subterránea irrigada por bombeo en frijol en Villa de Coss, Calera, Zacatecas y Chihuahua. Ciclo agrícola 2012.

Indicador	Variable	Villa de Coss	Calera	DDR-182 Zacatecas	Chihuahua
<b>Productividad</b> =Cantidad de producto/Unidad de volumen de agua	$Y_1 = \text{Gr m}^{-3}$	110	133	118	380
	$Y_3 = \text{Ingreso bruto por m}^{-3}$	\$1.96	\$3.27	\$2.45	\$5.60
	$Y_5 = \text{Utilidad bruta bruto m}^{-3}$	\$0.90	\$2.20	\$1.39	\$2.59
<b>Eficiencia</b> =Cantidad de agua /Unidad de Producto	$Y_2 = \text{L kg}^{-1}$	9,053	7,500	8,442	2,614
	$Y_4 = \text{Litros } \$1^{-1} \text{ de ingreso bruto}$	511	306	408	187
	$Y_6 = \text{L } \$1^{-1} \text{ de utilidad bruto}$	1,116	454	719	403

<b>Otro tipo de indicadores del uso del agua de riego:</b>	$Y_7$ = Utilidad bruta por $m^3$ de agua irrigada/precio por $m^3$ de agua irrigada	1.88	1.88	1.88	3.45
$Y_8$ = Precio de venta al productor del $m^3$		\$0.48	\$0.48	\$0.48	\$0.75
$Y_9$ = Precio del $m^3$ de agua/Ingreso bruto por $m^3$		0.24	0.15	0.19	0.13
$Y_{10}$ = Punto de equilibrio $ton\ ha^{-1}$		0.90	0.65	0.77	0.97
$Y_{11}$ = Vulnerabilidad crediticia		1.84	3.07	2.31	1.86

Fuente: Elaboración propia.

### Eficiencia económica del agua de riego en el cultivo de frijol

La variable  $Y_4$  indica que en promedio en DDR 182 Zacatecas se requirieron 408 L para generar \$1 peso de ingreso bruto, mientras en Calera se requirió 25% menos agua para generar tal ingreso al emplear 306 L para generar \$1 de ingreso bruto, por otro lado en Villa de Coss se necesitaron 511 L para generar tal ingreso. Sin embargo al comparar estos datos con los obtenidos en Chihuahua por Rocha y Domínguez (2012), se observa que el DDR182Zacatecas es ineficiente en el uso del agua para producir frijol, toda vez que en DDR182Zacatecas se emplearon solamente 187 L por cada \$1 de ingreso generado. Este índice es un indicador certero de que la producción de frijol el DDR 182 Zacatecas es ineficiente en el uso del agua, y que para lograr hacer más eficiente la producción se debe de optar por nuevas tecnologías agronómicas, incluso de inversiones en obras de riego o de equipos de riego que empleen menor cantidad de agua. Asimismo debe de mejorarse la captación de agua de lluvia, con el objetivo de minimizar la extracción de agua subterránea y disminuir la presión que se ejerce sobre los recursos hídricos en zonas áridas y semiáridas del país.

Los indicadores de productividad relativos al ingreso bruto producida por  $m^3$  irrigada, muestra que en Villa de Coss se generó \$1.96  $m^{-3}$ , mientras que en Calera se obtuvieron \$3.27  $m^{-3}$ , y como promedio en el DDR 182 Zacatecas se generaron \$2.45  $m^{-3}$ . Lo anterior indica que el uso menos productivo del agua se registró en Villa de Coss, ya que se situó 20% por debajo del promedio señalado por el DDR 182 Zacatecas, sin embargo al comparar con Chihuahua, donde un metro cúbico generó \$5.60, se observa que las regiones analizadas del DDR182Zacatecas son improductiva en el uso del agua para producir frijol. Por lo que en la ganancia bruta producida por  $m^3$  se observa que el DDR182Zacatecas es improductivo al generar \$1.39  $m^{-3}$ ,

mientras Chihuahua generó \$2.48 m<sup>-3</sup>, así, se encontró, en principio, que Villa de Coss fue el menos productivo con \$0.90 m<sup>-3</sup>, mientras en Calera se generaron \$2.20 m<sup>-3</sup>.

El Cuadro 1 también señala que el costo del metro cúbico para riego es muy bajo pues mientras en el DDR182 Zacatecas este se calculó en \$0.75, en Chihuahua este tuvo un costo de \$0.72 registrados por Rocha y Domínguez (2012), denotándose que a pesar de ser 56.2% más caro, no obstante, como se ha discutido, se tuvo mayor eficiencia y mayor productividad el agua subterránea irrigada en frijol en Chihuahua que en el DDR 182 Zacatecas. Este indicador en particular sirve de herramienta para la toma de decisiones de allí que Millán (1988) en García (2003), mencione que “las conclusiones de orden macroeconómico y microeconómico que se desprenden de este tipo de estudios, deben de facilitar la administración y agricultores la toma de decisiones sobre el aprovechamiento agrario del agua al introducir en la discusión un criterio de racionalidad económica”.

Por otro lado el punto de equilibrio que mide la cantidad de ton ha<sup>-1</sup> que deben ser producidas para no tener pérdidas, pero tampoco tener ganancias, de esa forma, el Cuadro 1 muestra que el punto de equilibrio fue de 0.90, 0.65 y 0.77 ton ha<sup>-1</sup> en Villa de Coss, Calera y el DDR182Zacatecas, mostrando que Villa de Coss mostró menos ventaja comparativa ya que tiene que producir más frijol por hectárea para ser una región competitiva. Sin embargo al revisar el rendimiento por hectárea se observa que las tres regiones analizadas cubren el punto de equilibrio demandado.

La variable Y<sub>11</sub> mide cuan vulnerable es un productor a que se le niegue el crédito que pudiera requerir para desarrollar su producción de frijol. Este indicador muestra que en Villa de Coss y el Chihuahua, los indicadores fueron 1.84 y 1.86, situándose muy por arriba Calera, con 3.07 y DDR182Zacatecas con 2.31, lo que indica que por cada peso invertido en la producción recuperarían en todos los casos ese peso y un ingreso adicional, lo que explica que la producción de frijol en Zacatecas sea rentable.

### **CONCLUSIONES**

Se concluye que la producción de frijol producido en la Región de Villa de Coss y Calera del DDR 182 Zacatecas es ineficiente en el uso de los recursos, toda vez que genero menos producto, físico, económico y social por unidad de agua empleado en relación al DDR-008, Chihuahua.

---



## BIBLIOGRAFÍA

- FIRA. (2012). Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios. URL: [www.fira.gob.mx](http://www.fira.gob.mx)
- García GJ.; Romero, P.; Botía, P.; García, F. 2004. Cost benefit analysis of almond orchard under Regulated Deficit Irrigation(RDI) in SE Spain. Span. J. Agric. Res. 2 (2), 157-165.
- García GJ. 2003. Evaluación económica y eficiencia del agua de riego en frutales de regadío. Serie Técnica y de Estudios. No 31. Región de Murcia. Consejería de Agricultura y Agua.
- Kijne JW.;BARKER R.; MOLDEN D. 2003. Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunity for Improvement. CABI, Cambridge, UK.
- Pasquale S.; HsiaoTS.; Fereres. 2007. On the conservative behavior of biomass water productivity. Water productivity: Science and Practice. Irrig Sci 25:189–207.
- SIAP. 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>

## EFFECTIVIDAD DE CEPAS MICROBIANAS SELECTAS EN EL CRECIMIENTO DE SORGO DULCE

Arturo Díaz Franco y Noé Montes García

Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carr. Matamoros-Reynosa, km 61, Río Bravo, Tam.

### INTRODUCCIÓN

La producción agrícola sostenible es un tema de relevancia actual, el cual podría reemplazar a la agricultura tradicional, aunque para eso se requiere de una mayor comprensión y entendimiento de las interacciones biológicas dentro de los agroecosistemas (Plenchette *et al.*, 2005). Los inoculantes microbianos o biofertilizantes, a base de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV), poseen en la actualidad gran importancia ecológica y económica en la agricultura. La preparación de los inoculantes microbianos con efectividad, revisten gran relevancia como biotecnología dentro de los sistemas agrícolas, aunque particularmente aquellos con viabilidad económica. Dentro de la actividad simbiótica, los HMA 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 induce acción protectora contra algunos fitopatógenos del suelo (Smith y Read, 2008; Ferrera y Alarcón, 2008). El efecto positivo de las bacterias rizosféricas en gramíneas, en base a su producción de sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, ha sido demostrado por diferentes autores (Askary *et al.*, 2009; Hungria *et al.*, 2010). El grupo de BPCV puede estimular a las plantas a través de producción de fitohormonas, fijación de nitrógeno, o biocontrol de fitopatógenos mediante compuestos antifúngicos como sideróforos o enzimas líticas (Glick *et al.*, 1999; Vasey, 2003).

Ha sido relevante la búsqueda a través del aislamiento y la identificación de microorganismos, con el potencial de ser utilizados dentro de los sistemas agrícolas (Aguado, 2012; Vosátka *et al.*, 2008). No obstante, algunas cepas de microorganismos benefician en mayor grado a un determinado hospedero comparado con otros, además de que su funcionalidad puede ser alterada bajo condiciones particulares, hecho que muestra las marcadas diferencias existentes entre especies e incluso entre cepas de la misma especie (Hungria *et al.*, 2010; Montero *et al.*, 2010; Klironomos, 2003). Muchos inoculantes son preparados a partir de cepas microbianas introducidas o extranjeras, aunque actualmente se le ha dado énfasis en la utilización de cepas

nativas, que puedan ser reintroducidas a través de su inoculación a cultivos, con mayor capacidad de adaptación y efectividad en sitios y climas específicos (Ferrera y Alarcón, 2008; Hungría *et al.*, 2010; Plenchette *et al.*, 2005; Tchabi *et al.*, 2010).

El sorgo dulce (*Sorghum bicolor*) es un cultivo utilizado en la producción de azúcar refinada, alcohol, gasolina, entre otros (Montes *et al.*, 2010; Lemus y Parrish, 2009). Se puede sembrar en áreas no aptas para otros cultivos ya que es una planta tolerante a sequía y a otras condiciones adversas de producción; posee amplia adaptabilidad; rápido crecimiento; producción de biomasa; y alta acumulación de azúcares en especial en el tallo (Ratnavathi *et al.*, 2011). El objetivo del trabajo fue conocer el impacto de cepas microbianas experimentales de origen nacional, en el crecimiento de sorgo dulce en condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Condiciones experimentales.* El estudio se desarrolló en un invernadero del Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, Río Bravo, Tamaulipas (25° 57' N 98° 01' O; 25 msnm). El suelo utilizado se mezcló con 10% (v/v) de Termolita<sup>®</sup> y se esterilizó con bromuro de metilo. Bolsas de plástico de 9 kg de capacidad se llenaron con el suelo. Las características del suelo fueron: MO, 1.4 %; pH, 8.0; CE, 1.1 (dSm<sup>-1</sup>); N,P, K, 13.7, 22 y 907 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente; y textura franco-arenoso (Plenecassange *et al.*, 1999).

*Cepas microbianas.* Se utilizaron cepas experimentales de microorganismos del INIFAP (Aguado y Moreno, 2012). Las cepas de HMA fueron 35 (*Glomus mossae*) (M35), 20 (*Gigaspora albida*) (M20) y 3 (*G. mossae*) (M3), procedentes del Campo Experimental General Terán, INIFAP; las rizobacterias fueron *Azospirillum* sp. mutagenizada (B4M2), *Pseudomonas* sp. (BPSON), *Azospirillum* sp. mutagenizada (B4M4), *Herbaspirillum* sp. (BH y BS410), *Ranhellaaquatilis* (BRA), *Azospirillum* sp. (BAZO) y *Pseudomonas* sp. (B2709), obtenidas del Campo Experimental Bajío, INIFAP; los testigos fueron micorriza INIFAP (*Rhizophagus intraradices*) (M) y absoluto. El inoculo de los HMA fue de 60 esporas g<sup>-1</sup> de suelo y las rizobacterias con una concentración de 10<sup>7</sup>-10<sup>8</sup>UFC g<sup>-1</sup> en turba.

*Manejo experimental.* La inoculación fue al suelo a razón de 2 y 4 g de inóculo bacteriano y micorrízico, respectivamente, por bolsa y a una profundidad de 10-11 cm. El inóculo se cubrió con una capa de suelo de 5 cm. La siembra fue el 17 de febrero de 2012; semillas de la variedad de sorgo dulce 'Candy' se desinfectaron mediante una solución de hipoclorito de sodio al 10% por 10 min y se sembraron cinco semillas en cada bolsa para después dejar una plántula. Cada tratamiento se repitió 10 veces en un diseño completamente al azar. Las plantas se regaron regularmente para mantener buena humedad durante tres meses. Las variables

evaluadas en la etapa de grano lechoso-masoso fueron: contenido de clorofila foliar en la parte superior de la planta, con un detector de clorofila Minolta SPAD-502, del promedio de tres lecturas durante el desarrollo del cultivo; al final del experimento (18 de mayo) se midió la altura de planta, diámetro de tallo (de la parte intermedia), la biomasa fresca ( $\text{g planta}^{-1}$ ) de tallo, hojas, panoja y radical, y el contenido de azúcares a través de grados Brix ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), obtenido del promedio de lecturas en cada dos entrenudos del tallo (2, 4, 6) (Montes *et al.*, 2010). Los datos se procesaron mediante análisis de varianza y las diferencias entre medias fueron con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Además, entre variables se hicieron correlaciones a través del análisis de correlación de Pearson ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron que en todas las variables medidas, se manifestó efecto simbiótico de las cepas microbianas inoculadas y que en la mayoría de los casos superaron a los valores de las plantas testigo (Cuadro 1). Para las características de planta, la cepa BS410 fue la que más destacó en el contenido de clorofila con 41.8 SPADS. El aumento de los pigmentos fotosintéticos podría estar asociado al incremento en el aporte del N a la planta por la actividad simbiótica (Askary *et al.*, 2009; Bécquer *et al.*, 2012). Para altura de planta destacaron BPERSON, B4M4 y BS410 con más de 152 cm; el mayor diámetro de tallo se registró con B2709 (13.5 mm). Los resultados pudieran explicarse por el efecto de diferentes hormonas segregadas por estas cepas con una influencia directa en el desarrollo de dichas variables. Vassey (2003) y Matiru y Dakora (2004) indicaron que el ácido indol acético producido por las rizobacterias puede provocar iniciación radicular y elongación celular; la producción de citoquininas puede favorecer la división celular y la expansión de los tejidos; así como las giberelinas influyen en la elongación del tallo. Para  $^{\circ}\text{Brix}$ , la mayoría de las cepas superaron al testigo ( $p=0.001$ ) (Cuadro 1). Al respecto, no existen antecedentes en sorgo dulce, sin embargo, resultados semejantes se registraron con caña de azúcar (Lopes *et al.*, 2012), donde la efectividad de diferentes inoculantes mostraron respuesta variable para altura de planta, diámetro de tallo y  $^{\circ}\text{Brix}$ . En el presente estudio la expresión de  $^{\circ}\text{Brix}$  fue independiente al resto de las variables medidas ya que no se observó correlación con éstas.

Para el caso de las características de peso de la biomasa, todas las variables fueron influenciadas significativamente por las cepas inoculadas. Las cepas más sobresalientes para biomasa de tallo fueron las mutagenizadas B4M2 y B4M4, con 66.2 y 66.1 g, respectivamente; en hojas también destacó la cepa B4M4 (53.9 g); en panoja, las cepas con mayor valor fueron M35 (30.3 g) y BPERSON (27.3 g); sin embargo, para la variable biomasa total aérea la cepa que

más impactó en la productividad fue B4M4 con 144.3 g, 51% superior al testigo absoluto. La biomasa aérea total correlacionó significativamente con la biomasa de tallo ( $r=0.955$ ), hojas ( $r=0.746$ ) y panoja ( $r=0.874$ ). Bécquer *et al.* (2012) informaron incrementos de 24% en biomasa aérea de trigo cuando fue inoculado con cepas de *Azospirillum zeae* y *Sinorhizobium meliloti* en condiciones controladas. De igual forma, en maíz de invernadero, Boucher *et al.* (1999) reportaron variaciones de 16 a 24% en el incremento de biomasa foliar con cuatro especies de HMA.

Cuadro 1. Influencia de cepas microbianas de hongos micorrízicos y rizobacterias, en las características de la planta de sorgo dulce en invernadero.

Tratamiento	Características de planta			
	SPAD <sup>§</sup>	Altura (cm)	Diámetro (mm)	°Brix <sup>§§</sup>
M35	39.7 ab**	147.5 abc	12.3 ab	9.1 ab
M20	39.6 ab	147.0 abc	12.7 ab	9.3 ab
M3	39.4 ab	150.7 ab	12.3 ab	9.4 ab
B4M2	37.1 bcd	146.5 abc	12.9 ab	10.4 a
BPSON	40.5 ab	152.4 a	12.5 ab	9.7 a
B4M4	39.4 ab	154.7 a	12.8 ab	10.1 a
BH	37.7 abc	134.9 cde	11.5 bc	9.6 a
BS410	41.8 a	154.9 a	12.2 ab	10.3 a
BRA	39.5 ab	136.3 cde	10.8 c	9.7 a
BAZO	34.0 d	137.6 bcd	10.8 c	10.1 a
B2709	33.9 d	136.0 cde	13.5 a	9.9 a
M	38.2 abc	129.0 de	12.3 ab	9.7 a
Testigo	36.6 cd	123.9 e	10.7 c	7.6 b
<i>P&gt;F</i>	0.008	0.001	0.001	0.001

<sup>§</sup>Promedio de tres lecturas. <sup>§§</sup>Promedio de tres entrenudos.

\*Valores unidos con la misma letra no difieren (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

La biomasa radical fue incrementada ( $p=0.001$ ) por siete de las 12 cepas microbianas evaluadas (Cuadro 2). Esta característica podría reflejar una mayor capacidad de absorción de nutrientes, lo que se convierte en el factor principal para el crecimiento de la planta. Lo anterior se puede explicar con la correlación manifestada entre la biomasa radical y la aérea ( $r=0.830$ ). De igual forma, Bécquer *et al.* (2012) informaron que la aplicación de inoculantes, de forma simple o combinada, fue capaz de influir en el desarrollo de la biomasa aérea, a partir del desarrollo del sistema radical. Ilyas y Bano (2010) demostraron mayor desarrollo radical, longitud de raíz y número de raíces laterales en trigo, variables que fueron correlacionadas con las cepas de *A. brasilense* más eficientes en la producción de fitohormonas.

En el presente estudio se observó que los efectos de la simbiosis de las cepas microbianas fueron capaces de incrementar los valores de las distintas variables medidas en la planta. En particular, el contenido de azúcares en el tallo (°Brix) y la biomasa aérea total, que están

relacionadas con la productividad del sorgo dulce. En otros estudios relacionados (Mehraban *et al.*, 2009; Boucher *et al.*, 1999; Hungria *et al.*, 2010) se ha enfatizado la necesidad de seleccionar HMA y BPCV eficientes para incrementar el crecimiento y la productividad de los cultivos. La práctica de inoculación microbiana, además de ser económica y ecológicamente sana, podría ser parte de los sistemas de agricultura sostenible.

Cuadro 2. Influencia de cepas microbianas, de hongos micorrízicos y rizobacterias, en la biomasa de la planta de sorgo dulce en invernadero.

Tratamiento	Biomasa (g)				
	Tallo	Hojas	Panoja	Aérea total	Radical
M35	53.9 bc*	51.3 abc	30.3 a	135.5 abc	23.6 a
M20	61.3 ab	50.3 abc	23.0 bcd	134.5 abc	26.3 a
M3	61.4 ab	51.5 ab	20.2 de	133.1 abcd	26.0 a
B4M2	66.2 a	45.4 cdef	25.0 ab	136.5 ab	28.6 a
BPSON	62.7 ab	49.1 abcd	27.3 a	139.0 ab	26.6 a
B4M4	66.1 a	53.9 a	24.4 abc	144.3 a	25.2 a
BH	46.3 cd	42.7 f	15.8 ef	104.7 e	16.2 b
BS410	60.7 ab	49.2 abcde	20.3 cde	130.0 abcd	16.6 b
BRA	47.0 cd	47.1 bcde	17.1 def	111.1 de	13.4 b
BAZO	41.7 d	39.5 f	13.4 f	94.6 e	13.2 b
B2709	50.0 cd	51.7 ab	14.9 ef	116.6 bcde	12.9 b
M	49.3 cd	51.0 abc	13.7 f	114.0 cde	22.6 a
Testigo	40.2 d	43.0 f	12.4 f	95.6 e	13.3 b
<i>P&gt;F</i>	0.001	0.002	0.005	0.001	0.001

\*Valores unidos con la misma letra no difieren (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran el potencial benéfico de la simbiosis que ejercen algunos microorganismos al ser inoculados en sorgo dulce. En condiciones de invernadero y suelo estéril, todas las cepas manifestaron impacto favorable en el contenido de azúcares del tallo y algunas se destacaron además en otras variables de la planta. En general se observó a las cepas B4M4, B4M2, BPSON y M35 dentro de las sobresalientes, con potencial para ser evaluadas posteriormente bajo condiciones naturales en campo.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Aguado SA. 2012. Uso de microorganismos como biofertilizantes. En: Aguado, SA (ed.). Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura. INIFAP/SAGARPA, México. Pp: 35-78.
- Aguado SA y Moreno GB. 2012. Biofertilizantes desarrollados por el INIFAP. En: Aguado, SA (ed.). Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura. INIFAP/SAGARPA, México. Pp: 151-170.
- Askary M, Mostajeran, A, Amoaghaei, R and Mostajeran M. 2009. Influence of the co-inoculation *Azospirillum brasilense* and *Rhizobium meliloti* plus 2,4-D on grain yield and N, P, K content of *Triticumaestivum*. Amer-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 5:296-307.
- Bécquer GC, Prévost D, Juge C, Gauvin C y Delaney S. 2012. Efecto de la inoculación con bacterias rizosféricas en dos variedades de trigo. Rev. Mex. Cien. Agr. 3:973-984.
- Boucher A, Dalpe Y and Charest C. 1999. Effect of arbuscularmycorrhizal colonization of four species of *Glomus* on physiological responses of maize. J. Plant Nutr. 22:783-797.
- Ferrera CR y Alarcón A. 2008. Biotecnología de hongos micorrízicos arbusculares. In: Díaz FA y Mayek PN. (eds.). La biofertilización como tecnología sostenible. Plaza y Valdés, CONACYT. México. pp. 25-38.
- Glick BR, Patten CL, Holguin G and Penrose DM. 1999. Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria. Imperial College Press. London. 267 p.
- Hungria M, Rubens C, Souza E and Pedrosa F. 2010. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yield of maize and wheat in Brazil. Plant Soil 331:413-425.
- Ilyas N and Bano A. 2010. *Azospirillum* strains isolated from roots and rhizosphere soil of wheat (*Triticumaestivum* L.) grown under different soil moisture conditions. Biol. Fert. Soils 46:393-406.
- Klironomos JM. 2003. Variation in plant response to native and exotic arbuscularmycorrhizal fungi. Ecology 84:2292-2301.
- Lemus R and Parrhis DJ. 2009. Herbaceous crops with potential for biofuel production in the USA. Perspectives in Agriculture Science, Nutrition and Natural Resources 4 No. 057.
- Lopes RV, Bessalho FJ, Araujo LM, Vieira RF, Daros E and Augusto OR. 2012. The selection of sugarcane that display better associations with plant growth promoting rhizobacteria. J. Agr. 11:43-54.
- Matiru V and Dakora F. 2004. Potential use of rhizobial bacteria as promoters of plant growth for increased yield in landraces of African cereal crops. African J. Biotechnol. 3:1-7.
- Mehraban A, Vazan S, Narovi M and Ardakany A. 2009. Effect of vesicular-arbuscularmycorrhiza on yield of sorghum cultivars. J. Food Agr. Environ. 7:461-463.
- Montero L, Duarte C, Cun R, Cabrera JA y González PJ. 2010. Efectividad de biofertilizantes micorrízicos en el rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*) cultivado en diferentes condiciones de humedad del sustrato. Cultivos Trop. 31:11-14.
- Montes GN, Salinas GJ, González JA, Loredó PR y Díaz PG. 2010. Guía técnica de producción de sorgo dulce [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] en Tamaulipas. Folleto Técnico No. 49. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. 35 p.
- Plenchette C, Dauphin CC, Maynard JM and Fortin JA. 2005. Managing arbuscularmycorrhizal fungi in cropping systems. Can. J. Plant Sci. 85:31-40.
- Plencassange A, Romero FE y López BC. 1999. Manual de laboratorio para análisis de suelo, planta y agua. INIFAP-ORSTOM. Gómez Palacio, Dro., México. 279p.
- Ratnavathi CV, Kalyana S, Komala VV, Chavan UD and Patil JV. 2011. Sweet sorghum as feedstock for biofuel production: A review. Sugar Tech 13:399-407.
- Smith GS and Read DJ. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. 3rd ed. Academic Press. London. 750 p.
- Tchabi A, Coyne D, Hountondji F, Lawouin L, Wiemken A and Oehl F. 2010. Efficacy of indigenous arbuscularmycorrhizal fungi for promoting white yeast (*Dioscorea rotundata*) growth in West Africa. Appl. Soil Ecol. 45:92-100.
- Vassey JK. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil 255:571-586.
- Vosátka M, Albrechtová J and Patten R. 2008. The international market development for mycorrhizal technology. Mycorrhiza 15:419-438.

## PROPAGACIÓN *in vitro* DE *Caladium bicolor* Y SU RESPUESTA A LA APLICACIÓN DE HORMONAS DE CRECIMIENTO EN EL MEDIO DE CULTIVO

Ixchel Abby Ortiz-Sánchez<sup>1\*</sup>, Jorge Armando Chávez-Simental<sup>2</sup>, Vicente de Paul Álvarez-Reyna<sup>3</sup>, Guillermo González-Cervantes<sup>4</sup>, María Del Carmen Potisek-Talavera<sup>4</sup>, José Bernardo Montoya-Ayon<sup>5</sup> Luis Gerardo Barriada-Bernal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Posgrado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Periférico y carretera Santa Fe S/N C.P. 27059, Torreón, Coahuila. E-mail: [ixchel\\_abby@hotmail.com](mailto:ixchel_abby@hotmail.com) (\*Autor de correspondencia). <sup>2</sup>Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera de la Universidad Juárez del Estado de Durango; Blvd. Guadiana #501 Ciudad Universitaria C.P. 34120, Durango, Dgo. <sup>3</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Periférico y carretera Santa Fe S/N C.P. 27059, Torreón, Coahuila. <sup>4</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria y en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera, Km. 6.5 Margen derecha canal de Sacramento C.P 35140, Gómez Palacio, Dgo. <sup>5</sup>Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, Carretera Durango-México Km. 22.5 Villa Montemorelos, Durango.

### INTRODUCCIÓN

El cultivo del *Caladium bicolor* sepropagageneralmente a partir delos tubérculospara fines comerciales, pero la propagacióndel tubérculotiene limitaciones. Estos producen plantassaludables en la primera temporada y por lo general el segundo año el follaje no es tan bueno como el primero. Por lo tanto, los resultados más satisfactorios se pueden obtener a partir de nuevos tubérculos cada año. La propagación comercial también se puede lograr a través de semillas, pero la propagación de semillas es difícil, ya que presenta una alta mortalidad y son plantas muy pequeñas (Ali *et al.*, 2007); por otra parte, con este método es muy difícil mantener las características genéticas y que estén libres de patógenos (Siddiqui *et al.*, 1993). Frente a este escenario, el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales es una alternativa potencial para superar algunas de las dificultades antes mencionadas. Asimismo, constituye una etapa importante para el establecimiento de un banco *ex situ* de cultivo libre de enfermedades y patógenos (Uribe *et al.*, 2008).

Una parte importante del cultivo *in vitro* son los medios de cultivo, que actúan como sustrato donde se coloca el explante seleccionado; su composición varía de acuerdo al objetivo y uso para el que está destinado. El medio de cultivo cumple con dos funciones principales: proporciona soporte físico y todos los nutrientes necesarios para el desarrollo del explante (Toro, 2004). Según Roca y Mroginski (1991), el cultivo de tejidos precisa de medios de cultivo relativamente complejos, constituidos por macroelementos, microelementos, carbohidratos, vitaminas, aminoácidos, reguladores de crecimiento y gelificante. Existen diferentes medios de cultivo como el MS (Murashige y Skoog, 1962), SH (Schenk y Hildebrent, 1972), QL (Quoirin y Lepoivre, 1977) y B5 (Gamborg, 1968). El medio de cultivo más utilizado es la formulación de



las sales Murashige y Skoog, el cual fue desarrollado inicialmente para el crecimiento de callos de tabaco y en la actualidad se emplea como medio de cultivo basal para un grupo importantes de plantas de interés para la alimentación y con fines ornamentales.

De acuerdo a las necesidades de desarrollo de la especie vegetal, los medios de cultivo pueden ser modificados en su contenido nutrimental adicionando o suprimiendo elementos. Las células vegetales que crecen en condiciones asépticas sobre medios de cultivo adicionados con hormonas vegetales (auxinas y Citocininas), pueden generar una diferenciación celular acompañada de crecimiento tumoral; esto da lugar a una masa de células indiferenciadas denominada callo, el cual bajo las condiciones adecuadas, es capaz de generar órganos o embriones somáticos. Este proceso es conocido como organogénesis o embriogénesis indirecta. Por otra parte la respuesta morfogénica que forma directamente órganos (organogénesis) o embriones (embriones somáticos) se denomina embriogénesis directa (Pierk, 1988).

El objetivo principal de este estudio fue encontrar el medio de cultivo óptimo para el desarrollo vegetativo de brotes de *Caladium bicolor* evaluando 4 medios de cultivo adicionando diferente concentración de hormonas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización del sitio experimental.**

El experimento se realizó en el laboratorio de genética y biotecnología forestal del Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera de la Universidad Juárez del Estado de Durango en la Cd. de Durango, Durango.

### **Material vegetal.**

Como material vegetal inicial se utilizaron plántulas germinadas a partir de tubérculos las cuales se mantuvieron en invernadero durante tres meses con la finalidad de obtener hojas con tejido joven y colectarlas para realizar la siembra en medios de cultivo.

**Tratamientos.**

Los tratamientos consistieron en el manejo cuatro diferentes Medios de cultivo cuyas características nutricias se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1.- Componentes de los diferentes medios de cultivos

COMPONENTE (mg l <sup>-1</sup> )	Tratamientos (Medios de cultivos )			
	MS	QL	SH	B5
<b>Nitrato de Amonio</b>	1850	400	300	
<b>Sulfato de Amonio</b>				134
<b>Ácido Bórico</b>	6.2	6.2	5	3
<b>Cloruro de Calcio Anhidro</b>	332.2		151	113.24
<b>Nitrato de Calcio</b>		833.77		
<b>Cloruro de Cobalto 6H<sub>2</sub>O</b>	0.025	0.025	0.1	0.025
<b>Sulfato Cúprico 5H<sub>2</sub>O</b>	0.025	0.025	0.2	0.025
<b>Na<sub>2</sub>-EDTA</b>	37.26	37.3	20	37.3
<b>Sulfato Ferroso 7H<sub>2</sub>O</b>	27.8	27.8	15	27.8
<b>Sulfato de Magnesio</b>	180.7	175.79	195.4	122.09
<b>Sulfato de Magnesio H<sub>2</sub>O</b>	16.9	0.76	10	10
<b>Ácido Molíbdico (sal sódica) 2H<sub>2</sub>O</b>	0.25	0.25	0.1	0.25
<b>Yoduro de Potasio</b>	0.83	0.08	1	0.75
<b>Nitrato de Potasio</b>	1900	1800	2500	2500
<b>Fosfato de Potasio monobásico</b>	170	270		
<b>Sulfato de Potasio</b>				990
<b>Fosfato de Sodio monobásico</b>				130.5
<b>Sulfato de Zinc 7H<sub>2</sub>O</b>	8.6	8.6	1	2

A los medios de cultivo se adicionaron reguladores de crecimiento (Auxinas y Citocininas) para desarrollar brote; también se les adicionó sacarosa (30 gr l<sup>-1</sup>) y para la solidificación se utilizó phytigel (2 gr l<sup>-1</sup>). El pH se ajustó a 5.7. El medio de cultivo se esterilizó a 121°C con 151 lb de presión por un periodo de 20 minutos en autoclave. Posteriormente se vertieron 25 ml del medio de cultivo en un frasco de vidrio tipo Gerber. Se esperó un tiempo para que el medio solidificara antes de establecer el material vegetal.

### Área experimental y distribución de tratamientos.

El área experimental se conformó por 35 frascos de medio por tratamiento con una distribución de un diseño completamente al azar.

No. Tratamiento	Medio de Cultivo	Reguladores de Crecimiento (mg l <sup>-1</sup> )	
		Auxinas	Citocininas
1	MS	0.1	0.1
2	QL	0.1	0.1
3	SH	0.5	2
4	B5	0.5	2

### Procedimiento de la micro-propagación.

- ✚ Se realizó la asepsia de la campana de flujo laminar, con alcohol al 5% seguido con cloruro de benzalconio 2% y finalmente con rayos UV por 10 min.
- ✚ Se seleccionaron hojas de *Caladium bicolor* al azar, las cuales fueron desinfectadas con cloro al 5% dejándolo reposar por 5 minutos en la campana de flujo laminar, después se enjuagó con agua destilada.
- ✚ Una vez que las hojas están desinfectadas, se enciende el mechero y se disecciona la hoja en partes de 1 cm<sup>2</sup> para establecerlos en los diferentes medios de cultivos.
- ✚ Los frascos se llevaron a las cámaras de crecimiento, donde se programó un fotoperiodo de 16 hrs luz y 8 hrs de oscuridad a una temperatura de 26°C ±2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de hormonas de auxinas y citocininas al medio de cultivo, presentó un efecto positivo en el desarrollo vegetativo y en la sobrevivencia del *Caladium bicolor*. El Cuadro 1 muestra que existe diferencia estadística entre tratamientos. Los tratamientos con medios SH y B5 obtuvieron un 71 y 70 % de sobrevivencia respectivamente superando a los tratamientos con medios QL y MS donde se adicionó menor concentración de hormonas. Los tratamientos con adición de Auxinas y Citocininas fueron los que presentaron mejor respuesta, lo cual coincide con los resultados encontrados por Coenen, *et al.* (1997) donde se manifiesta que gran parte de las respuestas de totipotencia celular, de morfogénesis *in vitro* y de regeneración de plantas, ocurre en presencia de niveles apropiados de citocininas y auxinas.

Cuadro 1.- Comparación de Medias y % de sobrevivencia de cultivo *in vitro*.

Tratamientos	media		% sobrevivencia
SH	25	A	71.4
B5	24.5	A	70.0
QL	19.75	Ab	56.4
MS	16.75	B	47.9

Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de LSD ( $\alpha=0.05$ ).

El tipo de morfogénesis que ocurra en un tejido vegetal depende de la concentración y la relación auxinas/citocininas en el medio de cultivo. Un balance hormonal adecuado para crecimiento de tallos axilares y formación de tallos adventicios, es la combinación de concentraciones altas de citocininas y bajas de auxinas, ya que las citocininas son fitorreguladores que gobiernan la división celular y la diferenciación en tejidos vegetales. En contraparte, el manejo de dosis altas de auxinas y bajas en citocininas estimula la formación de raíces, lo cual concuerda con los resultados de Valdéz *et al.* (2001) y López y Sánchez (2003) quienes plantean que para la inducción y crecimiento de los brotes se obtienen diferentes respuestas frente a distintos tipos de reguladores del crecimiento y concentraciones.

### CONCLUSIONES

Con la realización de éste trabajo, fue posible ampliar el conocimiento de la técnica de propagación *in vitro* para el cultivo de *Caladium bicolor*. Los resultados obtenidos mostraron valores significativos entre los medios de cultivos y dosis de hormonas. Aún y cuando el porcentaje de sobrevivencia resultó alto para los medios SH y B5, es necesario considerar diferentes concentraciones en los medios de cultivo en experimentos subsecuentes con la finalidad de incrementar la sobrevivencia de los brotes. Esto garantizará la reproducción masiva de la especie con las características genéticas de la planta madre. El presente experimento servirá de antecedente para seguir generando conocimiento científico sobre el manejo de este cultivo *in vitro*, ya que es una importante alternativa para la comercialización de especies ornamentales en la región.

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Ali, A., Munawar, A., And Naz, S. 2007. An *In Vitro* Study on Micropropagation of *Caladium bicolor*. International Journal of Agriculture & Biology. Vol. 9, No. 5.
- Coenen, C. y Lomax, T.L. 1997. Auxin-cytokinin interactions in higher plants: old problems and new tools. Trends Plant Science 2: 351-356.
- Gamborg O.L., Miller R.A., Ojima O. 1968. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cell. EXP. CELL RES. 50: 151-158.
- López, M.C., Sánchez I. (2003) Micropropagation of conifer species. Acta Horticulturae 289: Proceedings of the ISHS International Symposium on Plant Biotechnology and its Contribution to Plant Development, Multiplication and Improvement.
- Murashige, T. and F. Skoog. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiologia Plantarum. 15: 473-497.
- Pierk, R.L.M. (1988). Cultivos in vitro de las plantas superiores, 3rd edn. Ediciones Mundi- Prensa, Madrid, 326 pp.
- Quoirin, M. and Lepoivre, P. (1977). Improved media for in vitro culture of *Prunus* sp. Acta Horticulturae 78:437-442.
- Roca, W. y Mroginski, L. 1991. Establecimiento de cultivo de tejidos vegetales In Vitro, in Cultivo de tejidos en la agricultura. Eds Roca y Mroginski. Centro Internacional de Agricultura. Cali, Colombia. 19-40 p.
- Schenk, R.U. and Hildebrandt, A.C. (1972). Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. Canadian Journal of Botany 50:199-204.
- Siddiqui, F.A., S. Naz and J. Iqbal, 1993. In vitro propagation of Carnation. Advances in plant tissue culture. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> National Meeting of Plant Tissue Culture Pakistan, pp: 43-7.
- Toro, M. 2004. Establecimiento de protocolos para regeneración In Vitro de cerezo dulce (*Prunus avium* 1.) Var. Lambert. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad Católica de Temuco. Temuco- Chile.
- Uribe, M., Delaveau, C., Garcés, M., & Escobar, R. (2008). Efecto de asepsia y fitohormonas en el establecimiento *in vitro* de *Berberidopsis corallina*, a partir de segmentos nodales. *Bosque* 29(1). 58-64
- Valdéz, A., Ordas R., Fernández B., Centeno, M. (2001). Relationships between hormonal contents and the organogenic response in *Pinus pinea* L cotyledons. Plant Physiology and Biochemistry 39:377-384

---

---

## CRECIMIENTO DE MELÓN BAJO DISTINTAS CONDICIONES DE HUMEDAD DEL SUELO

<sup>1</sup>Palmira Bueno Hurtado, <sup>1</sup>Ignacio Sánchez Cohen, <sup>1</sup>Marco A. Inzunza Ibarra, <sup>1</sup>Gerardo Delgado Ramírez, <sup>1</sup>Gerardo Esquivel Arriaga, <sup>1</sup>Miguel Agustín Velásquez Valle

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. Km. 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango. Correo: [bueno.palmira@inifap.gob.mx](mailto:bueno.palmira@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

El melón es una hortaliza que ha mantenido su participación en el mercado internacional por su calidad (Mella y Mercado, 2006). El principal productor mundial de melón es china, con 17 millones de toneladas, México se encuentra ubicado en el lugar 9, con una producción total de 777 mil toneladas (FAOSTAT, 2011).

El melón contiene agua entre 80% y 90% (Santacruz-Vázquez *et al.*, 2013), por lo que una de las exigencias básicas de la producción de melón es la disponibilidad de agua bien distribuida y en cantidades adecuadas a lo largo de su ciclo vegetativo. El agua juega un papel importante, no solamente en el mantenimiento de la turgencia de los tejidos, sino también en la regulación de la temperatura de la hoja y en el transporte y asimilación de nutrientes. El estado hídrico de la planta depende de forma determinante de la transpiración y del intercambio de CO<sub>2</sub>. En este sentido, un riego excesivo, tiene a menudo un efecto desfavorable sobre el rendimiento comercial, esto, unido al hecho de que en las regiones áridas o semiáridas el agua es escasa, hace imprescindible ajustar el riego a las necesidades reales del cultivo en cada momento (Ribas *et al.*, 2007), al respecto, cabe resaltar que los cultivos pierden agua por dos procesos, uno es precisamente la transpiración y el otro es la evaporación de la superficie del suelo, que en conjunto se le conoce con el término de evapotranspiración (FAO, 2006).

Una forma de observar el efecto del agua sobre los cultivos es mediante el análisis de crecimiento; dicho análisis ha sido practicado de dos maneras distintas, la primera denominada análisis clásico, contempla medidas hechas a intervalos relativamente largos de tiempo usando un gran número de plantas; la segunda denominada análisis funcional, comprende medidas a intervalos de tiempo más frecuentes con un pequeño número de plantas y usa el método de regresión (Castellanos *et al.*, 2010).

De acuerdo a lo anterior se definió como objetivo en el presente trabajo, realizar un análisis de crecimiento de la planta de melón bajo distintos tratamientos de riego.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Gómez Palacio, Durango, entre las coordenadas 25° 31' 57" LN y 103° 25' 57" LO, a una altitud sobre el nivel del mar de 1139 metros. El clima es de tipo desértico, con escasa humedad atmosférica, precipitación anual de 250 milímetros y temperatura media de 22 °C (García, 1970). La textura del suelo es franco-arcillosa.

La siembra se realizó el día 22 de mayo de 2013, en camas de 0.80 m de ancho y 6 m de largo; la separación entre centro de cama fue de 2.5 m, se preparó a doble hilera y se acolchó con plástico negro, la separación entre hileras fue de 20 cm y entre plantas de 30 cm, todo para obtener una densidad de 26,600 plantas por hectárea. El riego fue por goteo con cintilla con orificios a 30 cm y gasto de 1 ph.

El diseño experimental fue bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. El primer factor de estudio fue el genotipo de melón, en el cuál se asignaron tres híbridos: H1=Expedition, H2=Navigator y H3= Pitayo. El segundo factor fue el riego, por lo que se determinaron dos niveles, ambos se definieron por el cálculo de la evapotranspiración del cultivo ( $E_t$ ) bajo coeficientes duales. Este método separa los efectos de transpiración y evaporación del cultivo. El nivel "L1" es máximo nivel de riego, se determinó el consumo de agua del cultivo por los efectos de transpiración y evaporación. El nivel "L2" es el nivel bajo de riego, en este solamente se programó el riego por el efecto de transpiración. La combinación de los factores con sus respectivos niveles da un total de seis tratamientos: T1= H1L1, T2= H1L2, T3= H2L1, T4= H2L2, T5= H3L1, T6= H3L2.

Los riegos se establecieron con el programa DRIEGO (INIFAP, 2013), que determina los efectos de transpiración de cultivo y la evaporación del suelo. En total se aplicaron 85 riegos desde el trasplante hasta la última cosecha (01 de octubre de 2013). El nivel "L1" acumuló una lámina de riego de 51.0 cm y el nivel "L2" 41.9 cm

Se calcularon varios indicadores de crecimiento: la tasa relativa de crecimiento, que es la acumulación de biomasa por día; la tasa de asimilación neta, es decir, la acumulación de materia seca por unidad de área foliar, que es una medida de eficiencia fotosintética promedio; el índice de área foliar, que significa el área que ocupan las hojas respecto al área de suelo de la planta, la relación de área foliar, que es el aumento del área foliar por unidad de peso de la planta y la tasa de crecimiento de cultivo, que es la multiplicación de la tasa de asimilación neta por el índice de área foliar.

La tasa relativa de crecimiento se calculó según la ecuación 1.

$$TRC = \frac{LNW_2 - LNW_1}{T_2 - T_1} (1)$$

Donde  $TRC$  es la tasa relativa de crecimiento en  $g \text{ día}^{-1}$ ;  $LN$  es logaritmo natural;  $W_1, 2$  son los pesos en  $g$  al inicio y al final del intervalo;  $T_2$  y  $T_1$  son los días al inicio y al final del intervalo.

La tasa de asimilación neta se obtuvo de acuerdo a la ecuación 2.

$$TAN = \frac{(w_2 - w_1) \ln Af_2 - \ln Af_1}{(T_2 - T_1)(AF_2 - AF_1)} (2)$$

Dónde  $TAN$  es la tasa de asimilación neta en  $gramos \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ;  $ln$  es logaritmo natural;  $Af_1, 2$  es el área foliar al inicio y final del intervalo de tiempo;  $w_1, 2$  es el peso seco al inicio y final del intervalo de tiempo.

Se calculó el índice de área foliar de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$IAF = AFT/S (3)$$

Dónde  $IAF$  es el índice de área foliar (adimensional);  $AFT$  es el área foliar total y  $S$  es el área de suelo que ocupa la planta.

En cuanto a la relación de área foliar, fue calculada de acuerdo a la fórmula 4.

$$RAF = AF/PS (4)$$

Dónde  $RAF$  es la relación de área foliar en  $cm^2 g^{-1}$ ;  $AF$  es el área foliar en  $cm^2$  y  $PS$  es el peso seco de la materia seca en  $g$ .

La tasa de crecimiento de cultivo se calculó de acuerdo a la ecuación 5.

$$TCC = \frac{1}{As} * \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} (5)$$

Donde  $TCC$  es la tasa de crecimiento de cultivo en  $g \text{ cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ ;  $As$  es el área de suelo ocupada por la planta en  $cm^2$ ,  $W_1, 2$  son los pesos en  $g$  al inicio y al final del intervalo;  $T_2$  y  $T_1$  son los días al inicio y al final del intervalo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa relativa de crecimiento de los híbridos Pitayo y Expedition, en los niveles máximo y mínimo de riego, respectivamente (H3L1 y H1L2), alcanzaron las acumulaciones más bajas de biomasa con 0.02 gramos, en contraparte, el híbrido Navigator regado con el nivel máximo (H2L1) obtuvo las acumulaciones más altas de biomasa con 0.03 gramos, esto hacia el día 30



después de la siembra. En el día 60, el menor crecimiento fue de 0.01 gramos en el híbrido Expedition con el nivel máximo de riego (H1L1) y el mayor fue 0.03 gramos en el híbrido Pitayo con el nivel mínimo de riego (H3L2); en el día 90, el crecimiento se redujo en -0.01 gramos en el híbrido Navigator con el nivel máximo de riego (H2L1) y en el híbrido Pitayo con el nivel bajo de riego (H3L2) fue de 0.04 gramos por día (Figura 1). En general, tanto la tasa de crecimiento a la cual se desarrolla la cobertura vegetal como el tiempo para alcanzar la cobertura completa están afectados por las condiciones climáticas y particularmente por la temperatura diaria del aire. Por lo tanto, el periodo de tiempo entre la siembra y la cobertura completa variará con el clima, latitud, altitud, la fecha de siembra y la variedad del cultivo (FAO, 2006).

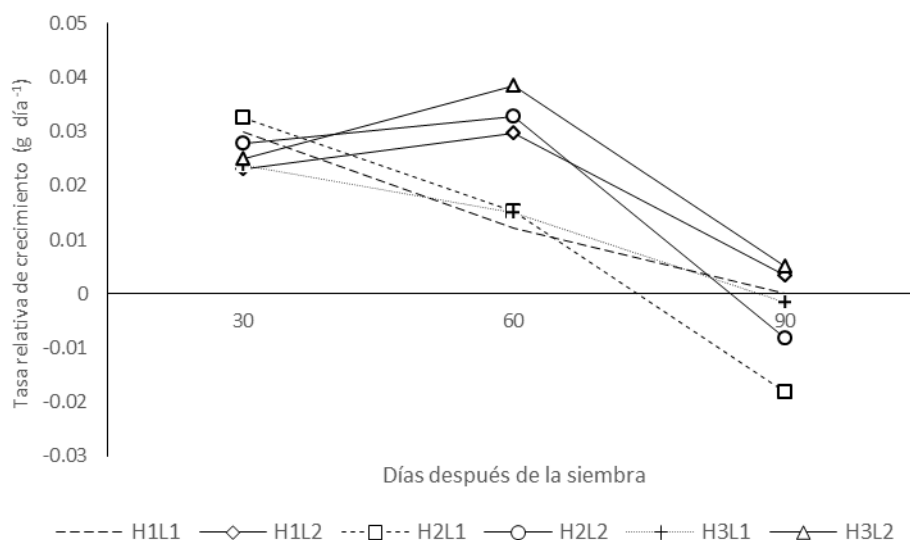


Figura 1. Tasa relativa de crecimiento del cultivo de melón.

Respecto a la tasa de asimilación neta, el híbrido Pitayo regado con el nivel mínimo de riego (H2L1) obtuvo la tasa más alta hacia el día 30 con 0.0007 gramos y el híbrido Navigator con el nivel máximo de riego (H3L2) el valor más bajo con 0.0004 gramos en el día 30; para el día 60, el que alcanzó menor crecimiento fue el híbrido Expedition en el nivel máximo de riego (H1L1) con 0.0003 gramos, por otro lado, el de mayor crecimiento fue el híbrido Navigator en el nivel mínimo de riego (H2L2) con 0.0009; hacia día 90, el híbrido Navigator con riego máximo (H2L1) alcanzó el menor crecimiento con -0.0004 gramos y el mayor fue de 0.0001 gramos de Pitayo con el nivel mínimo de riego (H3L2) (Figura 2).

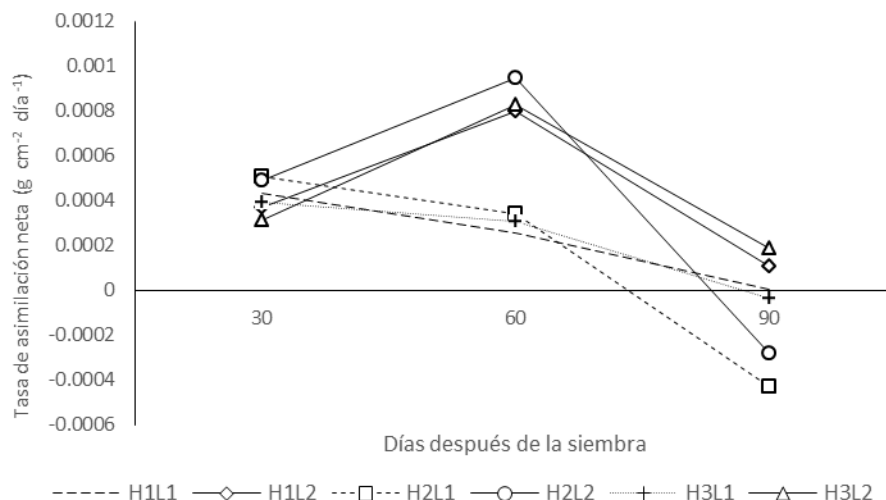


Figura 2. Tasa de asimilación neta del cultivo de melón.

El índice de área foliar, presentó valores a los 30 días desde 2.22 hasta 3.55, ambos en Pitayo pero en el nivel de riego máximo y mínimo, respectivamente (H3L1 y H3L2); a los 60 días, Expedition obtuvo los menores y mayores valores de área foliar con 2.165 en el nivel mínimo de riego (H1L2) y 4.91 con el nivel máximo (H1L1); a los 90 días fue la menor 4.23 en Expedition con el nivel mínimo de riego (H1L2) y la mayor 6.965 con Pitayo regado con el nivel máximo (H3L1); al día 120, el menor fue Expedition con 2.395 y el mayor 4.04 en Pitayo, ambos cuando se les aplicó el riego máximo (H3L1 y H1L1) (Figura 3).

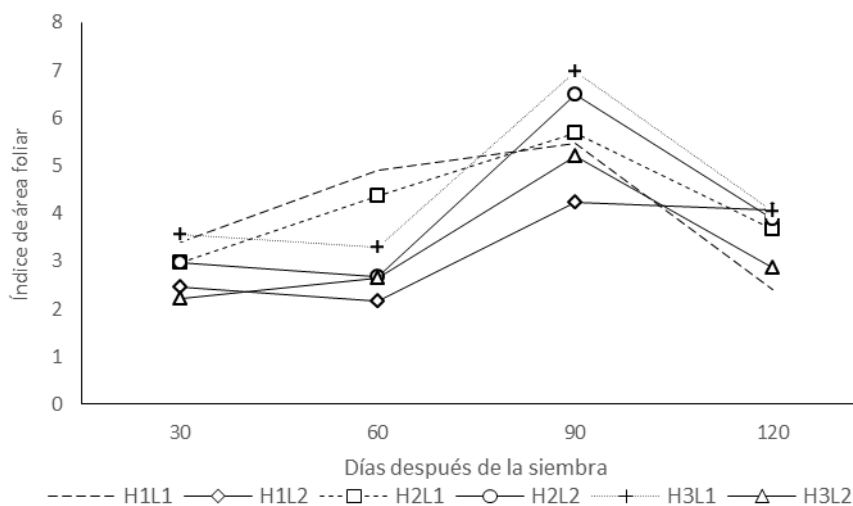


Figura 3. Índice de área foliar de melón.

## CONCLUSIONES

Se realizó un análisis morfométrico de la planta de melón y después de obtener los resultados se concluyó lo siguiente: el índice de área foliar alcanzó los mayores valores con el híbrido Pitayo regado al nivel máximo y los menores se obtuvieron con Expedition en nivel máximo de riego; en cuanto a la tasa relativa de crecimiento, el tratamiento que mostró mayor acumulación de biomasa diaria fue el híbrido Pitayo con el nivel mínimo de riego, mientras que el híbrido Expedition con lámina de riego alta alcanzó los valores más bajos; respecto a la acumulación de materia seca por unidad de área foliar, los tratamientos mostraron comportamientos muy similares.

## BIBLIOGRAFÍA

- Castellanos, M. S., Segura, M.A y Núñez, C.E.L. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia).
- FAO. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para determinación de los requerimientos de agua de los cultivos
- FAOSTAT. 2011. Producción de melón. <http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QC/S>
- García, E. 1970. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía de la UNAM. México, D. F.
- INIFAP. 2013. DRIEGO. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. <http://www.cenidraspa.org/driego/index.php>
- Mella, J. M. y Mercado, A. 2006. La economía agropecuaria mexicana y el TLCAN. Comercio exterior, Vol. 56, Núm. 3. pp 181 - 193
- Ribas, F., Cabello, M. J., Moreno, M.M., Moreno, A., Figueiro, N. y Castellanos, M. T. 2007. Programación del riego y abonado potásico del melón. Vida Rural [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_vrural%2FVrural\\_2003\\_173\\_28\\_32.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_vrural%2FVrural_2003_173_28_32.pdf)
- Santacruz-Vázquez, V., Santacruz-Vázquez, C., Toxqui-López, S., Laguna-Cortés, J. O. 2013. Cambios en la textura de la superficie de esferas de melón (*Cucumis melo cantalupensis*) durante el secado por fluidización. Vitae, Revista de la facultad de química farmacéutica. Universidad de Antioquía. ISSN 0121-4004/ISSNe 2145-2660. Volumen 20 número 3 pp 161 – 171. Medellín, Colombia

---

---

## EFFECTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL AGUA DE RIEGO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CHILE JALAPEÑO AUTLAN,BAJO CONDICIONES SEMI-HIDROPONICAS DE INVERNADERO

José Luis González Barrios<sup>1</sup>, Uriel Calderón Villegas<sup>2</sup>, Magdalena Villa Castorena<sup>1</sup>, Hilario Macías Rodríguez<sup>1</sup>, Ernesto Catalán Valencia<sup>1</sup>, Abel Román López<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIFAP CENID-RASPA Km 6.5 margen derecha canal Sacramento C.P. 35140 Gómez Palacio Durango. Email: [gonzalez.barrios@inifap.gob.mx](mailto:gonzalez.barrios@inifap.gob.mx), <sup>2</sup>Tesista INIFAP CENID-RASPA

### INTRODUCCIÓN

La calidad del agua de riego es importante en la producción agrícola bajo condiciones de invernadero por la inversión económica que representa. Numerosas son las áreas abiertas cada año a la agricultura protegida en México con cultivos rentables como las hortalizas, los forrajes o los cultivos ornamentales que sin embargo, en zonas áridas como la Comarca Lagunera, se enfrentan a problemas de mala calidad del agua disponible por la abundancia de sales que contienen y que se reflejan en una elevada conductividad eléctrica (Gonzalez Barrios *et al.*, 2012; Gonzalez Barrios *et al.*, 2013). Actualmente, la tendencia es producir de manera sostenible con esas aguas marginales lo cual representa un reto a veces difícil de alcanzar (Suarez, 2013). El objetivo de este trabajo es valorar el efecto de la conductividad eléctrica del agua de riego en la producción de chile jalapeño Autlan, bajo condiciones semi-hidropónicas en invernadero. Este trabajo forma parte del proyecto INIFAP titulado “Uso eficiente del agua y mitigación del estrés hídrico”, subproyecto 5: “Metodología para la evaluación diagnóstico y mejoramiento de la calidad hidrogeoquímica del agua de riego en los sistemas de riego de precisión y fertirrigación” (No. 1024718654).

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el invernadero de clima controlado del INFAP CENID-RASPA de Gómez Palacio Durango durante catorce meses: de febrero de 2013 a marzo de 2014. Se utilizó el híbrido de chile jalapeño Autlan; el cual se sembró el 11 de febrero de 2013 en charolas de 200 cavidades llenas con una mezcla de turba, perlita y vermiculita (70, 15, 15 v:v:v). Las plantas se regaron con agua subterránea de bajo contenido en sales (conductividad eléctrica inferior a  $400 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) desde la siembra hasta antes de la etapa de floración. El trasplante se llevó a cabo a los 60 días después de la siembra en macetas de plástico negro de 20 litros llenas con sustrato de perlita mineral inerte de uso hortícola. A partir de la floración y hasta el final del cultivo se aplicaron cinco tipos de agua de riego de conductividad eléctrica diferente

---

(Cuadro 1), se incluyó además un testigo con agua destilada para tener en total seis tratamientos. La nutrición del cultivo se llevó a cabo con una solución nutrimental equilibrada de  $16.2 \text{ meq L}^{-1}$  acorde a la fórmula de Steiner (1961). Se utilizaron fertilizantes ultrasolubles para preparar la solución nutrimental que también consideró el aporte de nutrientes de cada tipo de agua de riego. Como resultado de la adición de fertilizantes la conductividad eléctrica de cada agua evaluada se incrementó y estas variaron desde 1906 hasta  $5020 \mu\text{S/cm}$  (Cuadro 1). El pH de la solución nutritiva se mantuvo entre 6 y 6.5 mediante la aplicación de ácido fosfórico. Las plantas se nutrieron con estas soluciones desde la etapa de floración hasta el final del cultivo.

Cuadro 1 Conductividad eléctrica de las aguas de riego originales y conductividad eléctrica de la solución nutritiva final después de la adición de fertilizantes.

Tratamiento	CE original ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ a $25^\circ\text{C}$ )	CE final ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ a $25^\circ\text{C}$ )
T1	3270	5020
T2	2580	4290
T3	1833	3560
T4	1065	2792
T5	231	2017
T6	2	1906

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones; el tamaño de la parcela experimental fue de seis macetas por tratamiento. Se tuvieron 24 macetas por tratamiento y en total 144 macetas en el experimento. Las repeticiones fueron dispuestas en cuatro bloques "latinizados" de tal forma que pudieran neutralizar las diferencias de temperatura y luminosidad que pudieran existir en el área de aproximadamente  $40 \text{ m}^2$  ocupada dentro del invernadero. El ordenamiento numérico de los datos se realizó en Excel; el tratamiento estadístico: análisis de varianza y pruebas de múltiples rangos con el método de diferencia mínima significativa de Fisher (LSD) se realizaron con el programa STATGRAPHICS

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La productividad del cultivo de chile jalapeño Autlan fue valorada en las cosechas realizadas a partir de finales de junio (20 de junio de 2013) y hasta principios de febrero (05 de febrero de 2014); las cosechas fueron espaciadas en general: cada semana durante el periodo de junio a octubre y cada dos semanas durante el periodo de noviembre a febrero. La duración del tiempo de producción (259 días julianos) constituye un primer resultado a registrar para este cultivo que

utilizó, en varios de sus tratamientos, aguas con una conductividad eléctrica elevada (superior a  $3000\mu\text{S cm}^{-1}$  y hasta poco más de  $5000\mu\text{S cm}^{-1}$ ). En total se realizaron 27 cosechas con los resultados que se presentan a continuación.

La Figura 1 muestra la productividad bruta total alcanzada en cada tratamiento y la contribución relativa de cada cosecha a esa productividad. A simple vista se puede apreciar que el tratamiento testigo (T6) y el tratamiento con aguas más salinas (T1) conforman los extremos de mayor y menor productividad respectivamente. En medio de ellos se ubican los otros cuatro tratamientos que en orden de productividad decreciente son: T5, T4, T2 y T3 (Cuadro 1). Este orden decreciente de productividad no sigue estrictamente un orden también decreciente en la conductividad eléctrica de la solución nutritiva ya que en el tratamiento T2 esta tiene una conductividad eléctrica de  $4290\mu\text{S cm}^{-1}$ , mayor a la del tratamiento T3 ( $3560\mu\text{S cm}^{-1}$ ) al que sin embargo rebasa ligeramente en productividad.

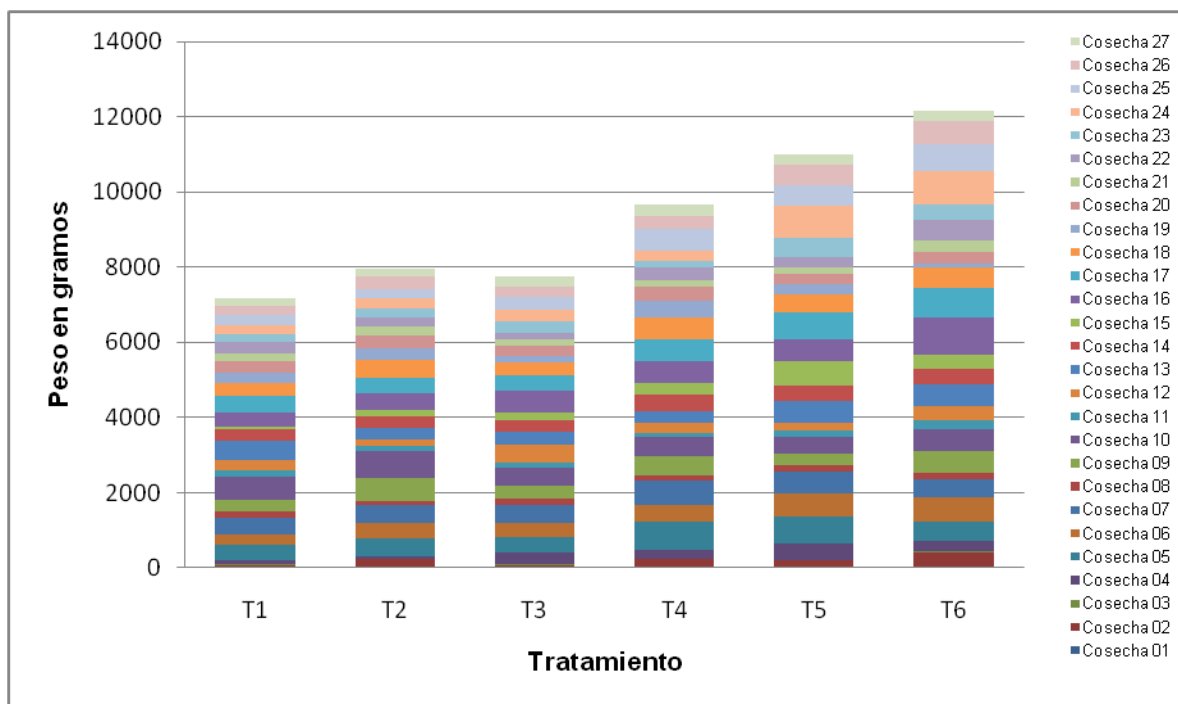


Figura 1 Productividad bruta en gramos obtenida en cada tratamiento

El análisis de la contribución relativa de cada cosecha a la productividad total bruta (expresada por la amplitud de las barras que conforman cada columna de tratamiento) permite constatar que en los tratamientos T4, T5 y T6 las cosechas 24, 25 y 26 alcanzan todavía un buen peso bruto a pesar de ser de las últimas del cultivo. En cambio, en los tratamientos T1, T2 y T3 las

cosechas cesan su importancia relativa desde inicios del último tercio (a partir de la 18ª cosecha); esto hace más grande la diferencia productiva entre tratamientos.

La Figura 2 muestra la productividad total ponderada en gramos de chile por metro cuadrado obtenida en cada tratamiento. En ella se pueden observar por una parte que las productividades del chile jalapeño Autlan bajo las condiciones de semi-hidroponía impuestas no alcanzan las altas productividades de 14 a 18 kg m<sup>-2</sup> que pudieran esperarse en condiciones de invernadero (H. Macías, comunicación personal) sin embargo si llegan a aproximarse a las producciones promedio (de 25 a 30 Toneladas por hectárea) que son alcanzadas en suelo y a cielo abierto en la Comarca Lagunera (H. Macías, comunicación personal). Este resultado pone en evidencia la importancia del sustrato que soporta al cultivo. La perlita mineral inerte no tiene la capacidad amortiguadora del suelo para compensar las dificultades hidro-bio-geoquímicas que se presenten; sin embargo por ser inerte, la perlita es un sustrato adecuado para valorar el impacto directo de la calidad del agua sobre el cultivo. La Figura 2 confirma la diferencia entre tratamientos de la figura 1; el tratamiento testigo (T6) es el tratamiento con mayor productividad; le sigue el tratamiento T5 con una reducción de 10% en la productividad; luego el T4 con una reducción del 20%; en seguida el T2 y el T3 con 34% y 36% de menos respectivamente y por último el tratamiento T1 con una reducción del 40%.

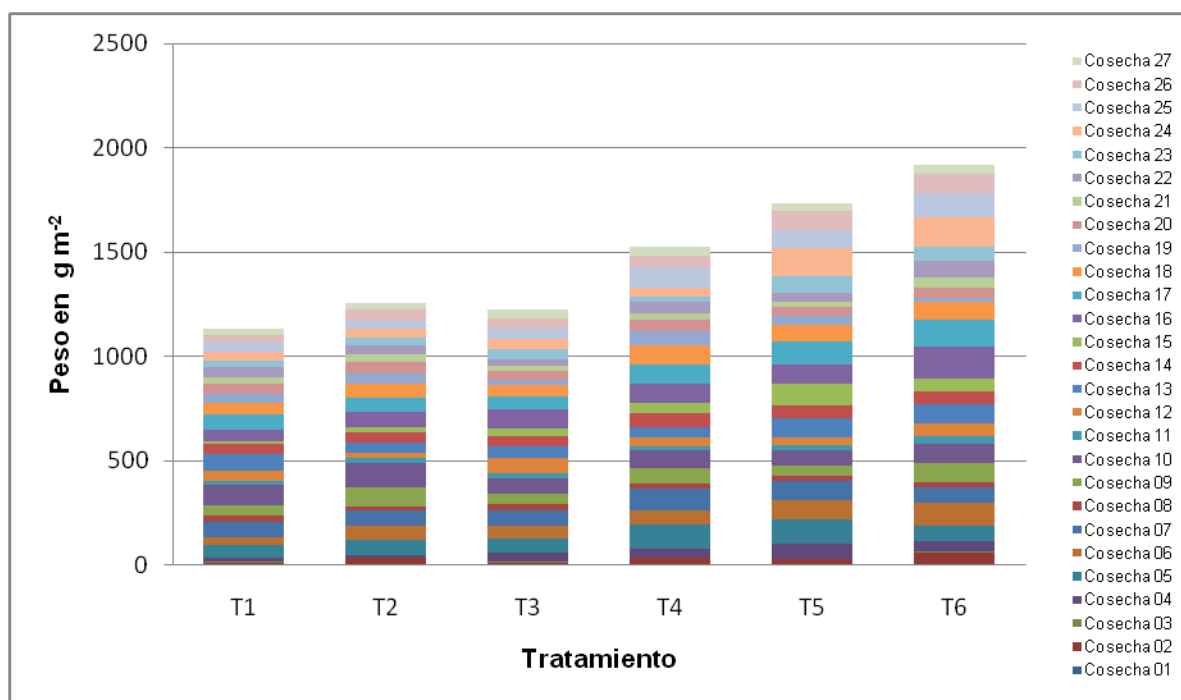


Figura 2 Productividad neta en g m<sup>-2</sup> obtenida en cada tratamiento

La Figura 3 muestra la cosecha promedio ponderada en gramos de chile por metro cuadrado obtenida en cada tratamiento así como el error estándar en cada media graficado con barras verticales. En esta figura se confirma la mayor productividad del tratamiento T6 (testigo) con un rendimiento promedio ponderado 40% superior al del tratamiento T1 que es el más bajo. El análisis de varianza realizado a los 162 valores de las 27 cosechas da por resultado un valor de F menor a 0.05 lo cual significa que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los seis tratamientos con un nivel de 95 % de confianza. El método de diferencia mínima significativa de Fisher (LSD) para discriminar entre las medias permite comparar cada par de ellas y determina con un 5 % de riesgo si son significativamente diferentes. Las pruebas de múltiples rangos dejan ver cuales tratamientos se parecen entre si y cuales son diferentes. Estas pruebas establecen la existencia de dos grupos homogéneos entre los seis tratamientos evaluados. El primer grupo está formado por los tratamientos T1, T2, T3 y T4. El segundo grupo está formado por los tratamientos T4, T5 y T6. En todas las pruebas realizadas el resultado es concluyente; existe diferencia estadística significativa entre tratamientos respecto a las variables de productividad evaluadas.

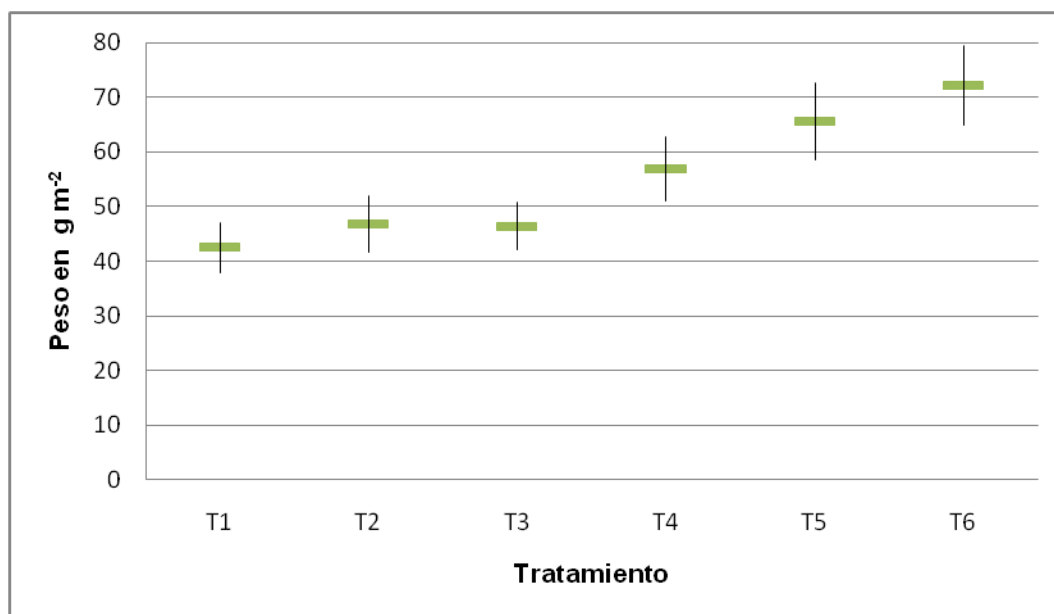


Figura 3 Cosecha promedio en g m<sup>-2</sup> y error estándar obtenido en cada tratamiento



### **CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos permiten concluir que el efecto de la conductividad eléctrica del agua de riego y de la solución nutritiva se traduce en una pérdida de hasta 40% en la productividad de los tratamientos que usaron las aguas con mayor conductividad eléctrica. Sin embargo, la duración del cultivo demuestra que se puede producir chile jalapeño con aguas salinas en sistemas semi-hidropónicos de invernadero; a condición de tener una buena permeabilidad en el sustrato y de asegurar la adecuada nutrición del cultivo. Estos resultados abren las puertas al uso experimental de las aguas salinas de la Comarca Lagunera y a la valoración de otros parámetros de interés en el cultivo (calidad del fruto, área foliar, biomasa aérea, desarrollo radicular, estado nutricional, umbrales de respuesta) que permitan ampliar el conocimiento sobre los procesos que gobiernan estos sistemas y que puedan dar lugar a tecnologías de producción más sostenibles y mejor adaptadas a la calidad de los recursos hídricos disponibles.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean expresar su agradecimiento al INIFAP, al CENID-RASPA y al Programa Nacional de Irrigación por el financiamiento, apoyo y facilidades dadas para la realización de este trabajo; también a los estudiantes de la UJED-FCB, la UPGP y la UAAAN que participaron mediante prácticas y estancias profesionales.

### **BIBLIOGRAFIA**

- González Barrios, J.L., E. Catalán Valencia, M. Villa Castorena, M. Inzunza Ibarra y A. Román López. 2012. Calidad del agua subterránea para riego en la Comarca Lagunera; Diagnostico con ecuaciones de contenido mineral. In: Castellanos Pérez *et al.* (Editores): Memorias de la XXIV Semana Internacional de Agronomía. UJED FAZ Gómez Palacio Durango pp. 1128-1134.
- González Barrios, J.L., M. Villa Castorena, E. Catalán Valencia, G. González Cervantes, M. A. Inzunza Ibarra. 2013. Geografía de la calidad del agua subterránea para riego en la Comarca lagunera: conductividad eléctrica. *Agrofaz* Vol. 13 No.2, 119-124. (ISSN: 1665-8892)
- Suarez, D.L. 2013 Use of Marginal-Quality Waters for Sustainable Crop Production. In: S.A: Shahid *et al.* (eds.) developments in Soil Salinity Assessment and Reclamation: Innovative Thinking and Use of Marginal soil and water Resources in Irrigated Agriculture, DOI 10.1007/978-94-007-5684-7\_25. Springer Science+Business Media Dordrech
- Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil* 15(2): 134-154

---

---

## ESTUDIO DEL CALCIO: EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD Y CONTENIDO NUTRIMENTAL EN SANDÍA (*Citrullus lanatus* Thunb.)

<sup>1</sup>Adrian Fabela Zacarías, <sup>1</sup>Damian Aguilera Tapia, <sup>1</sup>Leticia Alfaro Hernández, <sup>1</sup>Natanhael Flores González, Carlos A. Flores Márquez, <sup>2</sup>Fernando García Puebla

<sup>1</sup>Docente-Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón, Coahuila. Email: [fundamentos@live.com.mx](mailto:fundamentos@live.com.mx)

<sup>2</sup> Alumno de la Carrera de Ingeniería en Agronomía del Instituto Tecnológico de Torreón

### INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.), también conocida como patilla o melón de agua, es uno de los frutos de mayor tamaño de cuantos se conocen y puede alcanzar hasta los 10 kilos o más de peso. La sandía es una planta de la familia de las Cucurbitáceas, que incluye unas 850 especies de plantas herbáceas que producen frutos generalmente de gran tamaño y protegidos por una corteza dura. Por mucho tiempo la sandía ha sido considerada como un fruto fresco, dulce, con mucho jugo y nada más. Investigaciones en años anteriores, realizados por médicos, científicos y profesionales de la nutrición, interesados por encontrar más aportes nutrimentales de la sandía, han encontrado propiedades sumamente importantes para la nutrición y beneficios para la salud. Es la fruta que más cantidad de agua contiene (93%), por lo que su valor calórico es muy bajo, apenas 20 calorías por 100 gramos. Los niveles de vitaminas y sales minerales son poco relevantes, siendo el potasio y el magnesio los que más destacan, si bien en cantidades inferiores comparados con otras frutas. El color rosado de su pulpa se debe a la presencia del pigmento licopeno, sustancia con capacidad antioxidante. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. Hoy en día, es una de las frutas más extendidas por el mundo; China es el principal productor de Sandía, seguido de Turquía e Irán, mientras que México ocupa el séptimo lugar. México es el principal exportador sin ser el primer productor, seguido de España y Estados Unidos. El principal importador de Sandía, es Estados Unidos seguido de Canadá y Alemania. Sonora, Sinaloa, Jalisco, Chihuahua y Veracruz son los estados que producen la mayor parte de sandia en México (SAGARPA, 2012). La sandía es el quinto lugar nacional en importancia con un rendimiento medio de 12 ton ha<sup>-1</sup>. En la Comarca Lagunera se siembran 2,200 hectáreas con un rendimiento medio de 22 ton ha<sup>-1</sup>, (Fundación Produce, 2011). La fertilización es una de las prácticas agrícolas que tiene mayor impacto en el rendimiento y calidad de la sandia. Por lo general la nutrición se suministra con fertigación, lo que facilita la distribución y fraccionamiento

de los nutrientes de acuerdo con las diferentes etapas fenológicas del cultivo. En la mayoría de las plantaciones se utiliza también fertilización foliar, como complemento a la nutrición al suelo, para suministrar principalmente micronutrientes y otros elementos que favorecen los procesos de floración, cuaje, llenado y calidad externa e interna del fruto. Los fertilizantes de aplicación foliar usualmente compensan o suplementan esta carencia (Erdal *et al.*, 2004; Lanauskas *et al.*, 2006). La nutrición foliar con fertilizantes que incluyen calcio juega un papel importante en el aumento de los contenidos de nutrientes en vegetales durante la fructificación. La adecuada nutrición de la planta es muy importante para su estado de salud, productividad y calidad de frutos. El contenido adecuado de nutrientes y sus relaciones con el suelo son la base del buen estado nutricional. Sin embargo, determinadas condiciones pueden interrumpir la captura de nutrientes, incluso en suelos ricos (Lanauskas *et al.*, 2006). Los fertilizantes de aplicación foliar usualmente compensan o suplementan esta carencia (Erdal *et al.*, 2004; Lanauskas *et al.*, 2006). La nutrición foliar con fertilizantes con calcio juega un papel importante en el aumento de los contenidos de nutrientes en vegetales durante la fructificación. El calcio (Ca), es un elemento que se diferencia de otros ya que se importa sólo en pequeñas cantidades en frutas carnosas y en concentraciones mucho menores que la de las hojas (Saure, 2005). En melón, existe evidencia de que el calcio regula el ablandamiento del fruto y senescencia a nivel de la membrana (Lester, 1996; Lamikanra y Watson, 2004). En la mayoría de las frutas, la retención de la firmeza es un parámetro de calidad importante en las frutas frescas y productos vegetales. El estado nutricional antes de la cosecha de la fruta, especialmente con respecto al calcio, es un factor importante que afecta la potencial vida de almacenamiento (Fallahi *et al.*, 1997). La forma más sencilla para maximizar el nivel de calcio en el fruto es por aspersión foliar (Gastol y Domagala-Swiatkiewicz, 2006). Sin embargo, lo anterior es en muchos casos muy difícil de alcanzar debido a la absorción y penetración restringidas del calcio hacia el fruto y su movilización dentro del tejido de la fruta (Mengel, 2002). Los aerosoles de Ca normalmente previenen la mayoría de los trastornos fisiológicos (Lötze y Theron, 2006), pero la tasa de éxito varía en función de la predisposición natural a los síntomas, la estación de crecimiento, el cultivar y las condiciones ambientales. Existe evidencia que sugiere que el aumento de calcio en frutos tras la aplicación de los aerosoles es normalmente baja (Neilsen y Neilsen, 2002) o incluso inexistente. Además, estos aerosoles no tienen ningún efecto consistente en la firmeza de la pulpa de la fruta, el contenido de sólidos solubles y la pérdida de peso natural (Lanauskas y Kvikliené, 2002). Es parte fundamental de determinados compuestos y muy importante en la regulación del pH, fortalece las raíces y paredes de la célula y regula la absorción de los nutrientes. La fertilización foliar puede constituir una importante práctica agronómica para

incrementar la concentración de calcio de los frutos. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la aplicación foliar de calcio en la producción y calidad de fruta de sandía, así como determinar su balance nutrimental.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. Se encuentra ubicada en los meridianos 102° 22' y 104° 47' longitud oeste, y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte (SAGARPA, 2006). La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 m. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, así como las urbanas. El trabajo se realizó en campo en el año 2014 en el Ejido Flor de Mayo municipio de Matamoros, Coahuila. Según la clasificación de Köppen modificado por García (2004), el clima es seco desértico o estepario cálido con lluvias en el verano e invierno frescos. La precipitación pluvial es de 258 mm y la temperatura media anual es de 22.1 °C, con rango de 38.5 °C como media máxima y 16.1 °C como media mínima. La evaporación anual media aproximadamente es de 2,396 mm. La presencia de las heladas ocurren de noviembre a marzo y rara veces en octubre y abril, mientras que la presencia de granizada se da entre mayo y junio. El diseño experimental bajo el que se desarrolló el experimento fue el de bloques al azar (Mead *et al.*, 2003); considerando cuatro tratamientos con cinco repeticiones. El Modelo matemático es:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$ , donde  $Y_{ij}$  es la  $j$  ésima parcela dentro del  $i$  ésimo tratamiento,  $\mu$  = es la media general,  $T_i$  = efecto debido al  $i$  ésimo tratamiento,  $\beta_j$  = efecto del  $j$  ésimo bloque,  $e_{ij}$  = error experimental asociado al  $j$  ésimo bloque del  $i$  ésimo tratamiento. Experimento de aplicación de calcio (Ca) vía foliar: Cuatro tratamientos: 1 (3 kg de Ca), 2 (4 kg de Ca), 3 (5 kg de Ca), 4 (Testigo 0). Tamaño de la unidad experimental: una cama de seis metros de ancho con cinco metros de largo= (6x5), 30 m<sup>2</sup>. El tamaño del experimento consistió de 20 unidades experimentales dando como resultado 600 m<sup>2</sup> en total. Las aplicaciones del producto fueron cada dos semanas. La primera aplicación se realizó a los 25 días después de la siembra. El material genético utilizado fue el híbrido C-800, el cual es de amplia adaptación, con una maduración a los 100 días aproximadamente, es una planta vigorosa y con alto potencial de rendimiento. La fertilización para el experimento fue N-150, P-100, K-120 y se realizó con fertilizantes comerciales como urea líquida, ácido fosfórico, sulfato de amonio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio y sulfato de calcio. Siendo aplicados al 50% durante las primeras etapas fenológicas del cultivo y al 100% en producción. También se utilizaron los fertilizantes foliares de uso generalizado en la región. **Variables evaluadas: En planta;** floración, longitud de guía, análisis de tejido, contenido de calcio, número de frutos,

rendimiento y calidad ( $^{\circ}$ Brix o sólidos solubles). **En suelo;** potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (%), textura, fertilidad y salinidad. Muestreo para análisis foliar: de la 5<sup>a</sup> a 6<sup>a</sup> hoja madura, se cortaron 40 hojas de cada tratamiento, en etapa vegetativa de producción de sandía. En cada fracción vegetal se determinó N, P, K, Ca, Mg y S. El Refractómetro se uso para medir los  $^{\circ}$ Brix. Para realizar el análisis estadístico del experimento de las variables evaluadas se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 2012). Utilizando los procedimientos de ANOVA y para la comparación de medias la prueba de rango múltiple requerida al 5% de significancia con  $p \leq 0.05$ .

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos sobre las variables en evaluación, donde los tratamientos 2 y 3 con 11 y 12 Grados Brix respectivamente están dentro del rango normal o aceptable y los valores de Grados Brix de los tratamientos uno y cuatro están por debajo del rango normal. Para la variable longitud de guía se observa que en el tratamiento tres se obtuvo el valor mas alto con 3.68 m, mientras que el tratamiento testigo presenta el valor mas bajo con 3.25 m. En cuanto a rendimiento el mejor tratamiento fue el tres (aplicación de 5 kg ha<sup>-1</sup> de calcio vía foliar), con una producción de 73.200 ton ha<sup>-1</sup>, el tratamiento testigo sin calcio rindió 55.200 ton ha<sup>-1</sup>.

Como complemento se tienen los valores aceptables de diámetro polar y ecuatorial ya que los tamaños de fruto de sandía se manejaron en el rango de 7 a 12 kg de peso, considerado de aceptable calidad para una buena comercialización en el mercado.

Cuadro 1. Datos de las variables evaluadas en sandía con aplicación de calcio foliar.

Tratamientos de calcio	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Grados Brix	Longitud de guía (m)	Rendimiento ton ha <sup>-1</sup>
1.- 3 kg	91.6	68.2	10	3.40	65.440
2.- 4 kg	93.0	68.4	11	3.40	66.320
3.- 5 kg	94.5	68.6	12	3.68	73.200
4.- Testigo	90.5	60.7	9	3.25	55.200

Se aplico el análisis estadístico (0.05 de significancia) a los datos de la variable longitud de guía donde el resultado fue no significativo a los tratamientos.

Cuadro 2. Sandía, aplicación de calcio, análisis estadístico de longitud de guía.

FV	GL	SC	CM	F	Pr> F
Tratamientos	3	0.683	0.227	1.514	0.261
Bloques	4	1.673	0.418	1.703	0.075
Error	12	1.803	0.150		
Total	19	4.160			

C.V. = 12.18 %

No se observó un claro efecto de la aplicación de fertilizantes de calcio en la firmeza del fruto. Los tratamientos con soluciones de calcio incrementaron la concentración de sólidos solubles o el peso fresco de la fruta. El uso de fertilizantes cálcicos no tuvo un efecto similar sobre el contenido de calcio en frutos de sandía. La sandía, como todo cultivo, es afectada por plagas, maleza y enfermedades, de las cuales las más importantes son las ocasionadas por bacterias y hongos que disminuyen considerablemente la calidad, lo que propicia menor producción comercializable y de menor competitividad, al mismo tiempo se incrementan los costos del cultivo por la aplicación de agroquímicos para el control de las plagas y enfermedades. La alta correlación encontrada entre la cantidad de calcio en los tejidos y la resistencia de las plantas hospedantes a enfermedades fungosas, se explica, en parte, porque el calcio afecta la incidencia de los parásitos de dos formas (Marschner, 1995): 1) el calcio es esencial para la estabilidad de las biomembranas, cuando los valores de calcio en los tejidos están bajos, el transporte de compuestos de bajo peso molecular como los azúcares del citoplasma al apoplasto es muy bajo; y 2) el incremento de pectatos de calcio incrementa la resistencia del tejido a la degradación por las poligalacturonasas que muchos hongos patógenos (*Leptosphaeria maculans*, *Pseudomonas syringae*, *Monilinia fruticola*, *Erwinia carotovora*) producen al invadir el tejido del hospedero (Atkinson *et al.*, 1996; Annis y Goodwin, 1997; Biggs *et al.*, 1997; Flego *et al.*, 1997). Sin embargo, se ha encontrado que en algunos intervalos de concentración, el calcio inhibe el crecimiento y la extensión de la pared celular (Carpita, 1987). El calcio también es importante como translocador de señales para desencadenar una respuesta por parte de la planta a la infección de patógenos en términos de elongación y crecimiento celular (Marschner, 1995). El exceso de humedad relativa ocasiona menor transpiración de las plantas. Esto repercute principalmente en una menor absorción de calcio, debido a que el calcio es movilizado principalmente por flujo de masas (Marschner, 1995), lo cual reduce el tiempo de vida de anaquel de la sandía cosechada. El nitrato de calcio, como fertilizante, contiene más del 25% de calcio, en una forma que es fácilmente absorbida y transportada dentro de la planta. Las hortalizas requieren un pH de 6.5 para absorber el calcio en el suelo. Utiliza fertilizante de nitrógeno de nitrato en lugar de uno a base de nitrógeno de

amonio cuando fertilices. Demasiado sulfato de amonio en el suelo restringe la capacidad de la planta a absorber el calcio. Estos resultados indicarían que el uso de fertilizantes cálcicos foliares puede mejorar la calidad de los frutos de sandía, aunque dependiendo de las condiciones ambientales de la localidad. El calcio favorece la rigidez de las paredes celulares, generan resistencia a enfermedades y propician mayor vida postcosecha. La Figura 1 presenta los contenidos nutrimentales de nitrógeno dentro de lo normal, el fósforo normal y el potasio dentro del rango arriba del normal de acuerdo a Jones, (1998). En la Figura 2 los contenidos de calcio, magnesio y azufre en el tejido vegetal se manifiestan dentro del normal alto de acuerdo a Jones, (1998). Los resultados anteriores están expresados en base a materia seca. El nitrógeno se determinó mediante Kjeldahl (semimicro); el fósforo mediante desarrollo de color con el vanadato-molibdato y medida espectrofotométrica en el visible; el potasio, calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica, medida directa sobre el extracto diluido (Martín Prevel *et al.*, 1984). Nitrógeno y potasio son los nutrientes más extraídos por este cultivo (Grangeiro y Cecílio Filho, 2004 y 2005).

En la Figura 3 se presentan los valores de extracción nutrimental durante el ciclo vegetativo y de desarrollo del cultivo de sandía con aplicación de calcio vía foliar. Las tasas de absorción más elevadas de N, P, K, y Mg se produjeron en el período de mayor desarrollo de los frutos y la de Ca en el período de mayor crecimiento foliar.

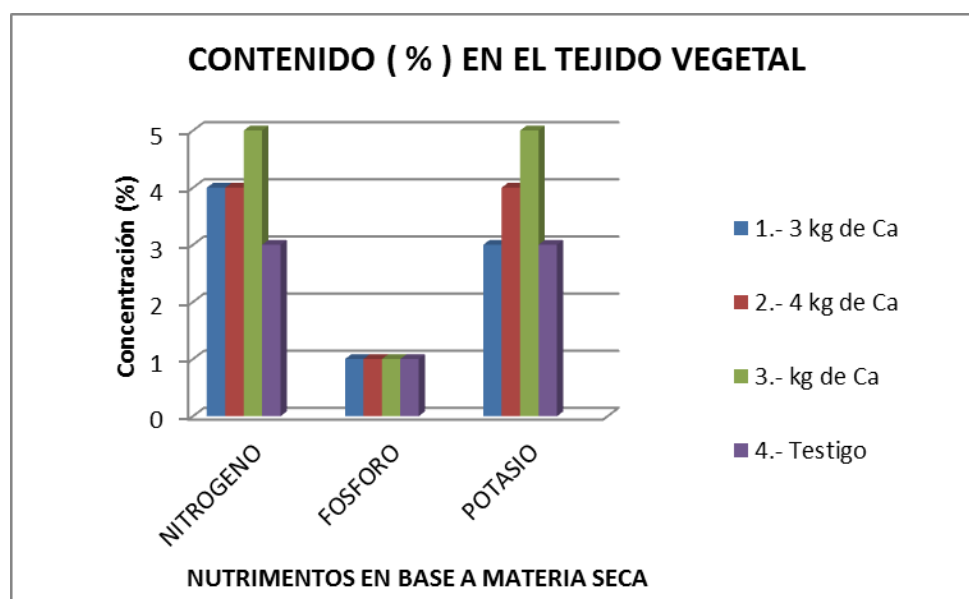


Figura 1. Contenido nutrimental de N, P y K en el cultivo de sandía.

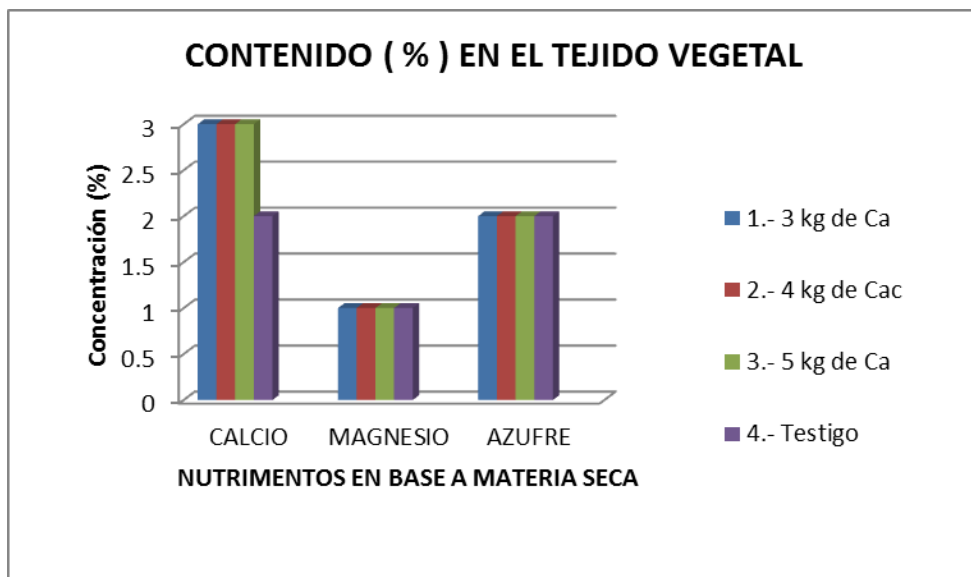


Figura 2. Contenido nutrimental de Ca, Mg y Z en el cultivo de sandia.

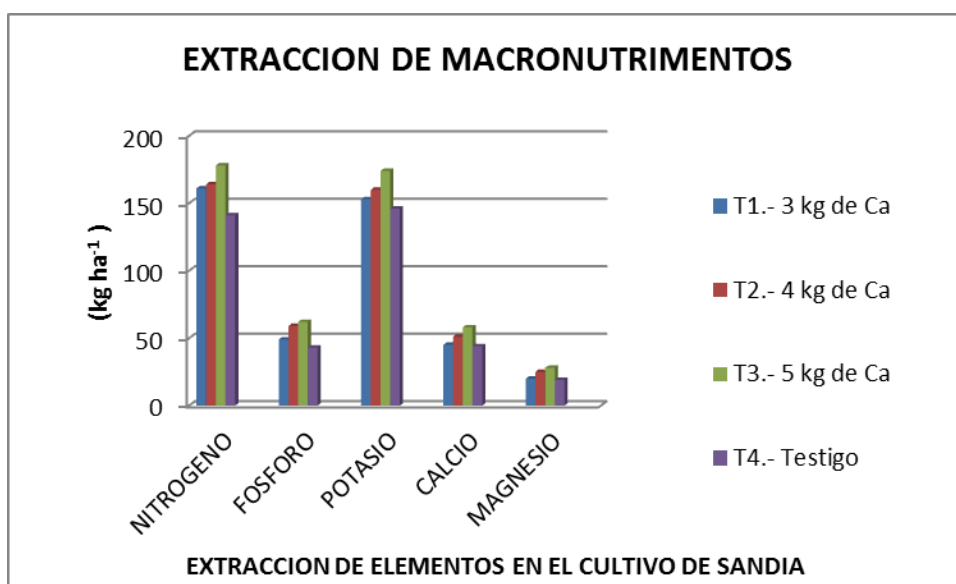


Figura 3. Extracción de macronutrientes en sandia.



## CONCLUSIONES

El calcio es de los elementos poco móviles, y es más eficiente aplicar pequeñas dosis en forma repetida por vía foliar que una sola aplicación grande. Es recomendable aplicar fuentes de calcio como nitrato de calcio, quelato de calcio, entre otras. La aplicación de calcio en la hortaliza estudiada influyó positivamente la productividad de la misma y en ningún caso propició desbalances nutrimentales. La calidad postcosecha de las hojas fue mayor en plantas asperjadas con nitrato de calcio. Altas aplicaciones de calcio vía foliar no corresponden a altas concentraciones de calcio en tejido vegetal. Los tratamientos que recibieron aplicación de Ca produjeron mayor longitud de guía que el testigo sin Ca; así mismo, la demanda de nutrimentos por la sandía fue  $K > N > Mg > Ca$ . Niveles altos de potasio provocan deficiencia de calcio y magnesio. La acumulación de Ca en el tejido de las hojas de sandía incrementa la vida de anaquel. Los contenidos de los macronutrimentos se mostraron dentro de los rangos normales. La extracción de los macroelementos fue de la siguiente manera:  $178 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno,  $62 \text{ kg ha}^{-1}$  de fósforo,  $174 \text{ kg ha}^{-1}$  de potasio,  $58 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcio,  $28 \text{ kg ha}^{-1}$  de magnesio para un rendimiento de  $73.200 \text{ ton ha}^{-1}$  de sandía.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agenda Tecnológica de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria del Estado de Coahuila. 2011. Fundación Produce Coahuila, A.C. Pág. 86.
- Akhtar, A., N. A. Abbasi and A. Hussain. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. *Pak. J. Bot.* 42: 181---188.
- Alvarado, P. 2008. Melones y sandías. Apuntes de la cátedra de horticultura. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 15 p.
- Annis, S.L. y P.H. Goodwin. 1997. Inhibition of polygalacturonase activity produced by *Leptosphaeria maculans* by leaf extracts of canola and its relationship to calcium. *Can. J. Plant Pathol.* 19: 1-7.
- Arpaia, Mary Lu, 2004. Optimum Procedures for Ripening Avocados. Management of Fruit Ripening. Postharvest Technology U.C Davis.
- Atkinson, M.M., S.L. Midland, J.J. Sims y N.T. Keen. 1996. Syringolide 1 triggers  $\text{Ca}^{2+}$  influx  $\text{K}^{+}$  efflux and extracellular alkalization in soybean cells carrying the disease-resistance gene Rpg4. *Plant Physiol.* 112: 297-302.
- Biggs, A.R., M.M. El-Kholi, S. El-Neshawy y R. Nickerson. 1997. Effects of calcium salts on growth, polygalacturonase activity, and infection of peach fruit by *Monilinia fructicola*. *Plant Dis.* 81: 399-403.
- Bouzo, C.A.; Astegiano, E.D; Favaro, J.C. 2004. Procedimiento para predecir la necesidad de abonos en cultivos hortícolas. *Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias* 2(1-2), 7-18.
- Bouzo, C.A. 1; Cortez, S.B. 2012. Efecto de la aplicación foliar de calcio sobre algunos atributos de calidad en frutos de melón 1Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Producción Vegetal, Kreder 2805, S3080HOF Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Carpita, N.C. 1987. The biochemistry of the "growing" plant cell wall. pp. 28-45. *In*: Cosgrove, D.J. y D.P. Kniewel (eds.). *Physiology of cell expansion during plant growth*. American Society of Plant Physiologists. Rockville, MD.

- Carter, C. T., and Grieve, C. M. 2008. Germination of *Antirrhinum majus* L. (Snapdragon) when produced under increasingly saline conditions. *HortScience* 43:710-718.
- De Dios, D. I., Sandoval, V. M., Rodríguez, M. M. N. y Cárdenas, S.E.. 2006. Aplicaciones foliares de calcio y silicio en la incidencia de mildiu en lechuga. *Terra Latinoamericana* 24: 91-98
- Erdal, Ü.; Kepenek, K.; Kizilgoz, Ü. 2004. Effect of Foliar Iron Applications at Different Growth Stages on Iron and Some Nutrient Concentrations in Strawberry Cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 28, 421-427.
- Flego, D., M. Pirhonen, H. Saarilahti, T.K. Palva y E.T. Palva. 1997. Control of virulence gene expression by plant calcium in the phytopathogen *Erwinia carotovora*. *Mol. Microbiol.* 25: 831-838
- Flores, G. N., Flores, R. A., Fabela, Z. A., Aguilera, T. D., Flores, M. C. A., y Alfaro, H. L. 2012. Curvas de absorción de nutrimentos en melón en áreas potenciales de la Comarca Lagunera. XXIV Semana Internacional de Agronomía. FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. Quinta edición; serie de libros, Num. 69 p.
- Gastol, M.; Domagala, S. I. 2006. Effect of foliar sprays on potassium, magnesium and calcium distribution in fruits of the pear. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14(2), 169-176.
- Grangeiro, L.C.; Cecílio Filho, A.B. 2004. Acúmulo e Exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia tite. *Horticultura Brasileira*, v.22, p.93-97.
- Grangeiro, L.C.; Cecílio Filho, A.B. 2005. Acúmulo e Exportação de macronutrientes Emmelancia Sem Sementes. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.763-767.
- INIFAP. 2004. Cadena Agroalimentaria de Sandía. Campeche, Campeche. Mayo 2004, 96 pag.
- Jones, J. B. Jr. 1998. *Manual Plant Nutrition*. CRC Press. Boca Raton. Boston, London, New York, Washington.
- Jones, C. M. 2004. Effects of benzyladenine on fruit set in muskmelon. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87: 335-340.
- Kader, A.A. 2004 *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Univ. Calif. Publication 3311.
- Kader, A., A., 2004. Fruit Maturity, Ripening and Quality Relationship. In *Management of Fruit Ripening*. Postharvest Horticulture Series No8. Abril 2004.
- Lamikanra, O.; Watson, M.A. 2004. Effect of calcium treatment temperature on fresh-cut cantaloupe melon during storage. *Journal of Food Science* 69(6), 468-472.
- Lanauskas, J.; Uselis, N.; Valiuskaite, A.; Viskelis, P. 2006. Effect of foliar and soil applied fertilizers on strawberry healthiness, yields and berry quality. *Agronomy Research* 4, 247-250.
- Lanauskas, J.; Kvikliene, N. 2006. Effect of calcium foliar application on some fruit quality characteristics of 'Sinap Orlovskij' apple. *Agronomy Research* 4(1), 31-36.
- Lester, G. 1996. Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disks. *Postharvest Biology and Technology* 7, 91-96.
- Lester, E. G.; Jifon, J. L. and Rogers, G. 2005. Supplemental foliar potassium applications during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid, and beta-carotene contents. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 130:487-653.
- López, B. E. A. 2008. *Diseño y Análisis de Experimentos: Fundamentos y Aplicaciones en Agronomía*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala, 157pp.
- Lotze, E.; Theron, K.I. 2006. Dynamics of calcium uptake with preharvest sprays to reduce bitter pit in 'golden delicious'. *Acta Horticulturae*. Wageningen. 721, 313-320.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. Academic Press. London, UK.
- Martin, Prevel, P., Gacnard, J., Gautier, P., 1984. *L'Analyse Végétale dans le control de l'Alimentation des Plantes*. Technique et Documentation - Lavoisier. París.
- Martínez, S. L. y Lugo, W. 2005. *Conjunto Tecnológico para la producción de sandía*. Proyecto SP-305. 40 p.
- Mead, R.; Curnow, R. N. and Hasted, A. M. 2003. *Statistical methods in agriculture and experimental biology*. 3th Ed. Chapman and Hall / CRC, USA.
- Mengel, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. *Acta Horticulturae* 594, 33-47.
- Napier, D.R.; Combrink, N.J.J. 2006. Aspects of calcium nutrition to limit plant physiological disorders. *Acta Horticulturae* 702, 107-116.

- Reid, M., S., 2004 Biology of Ethylene Production and action. In Management of Fruit Ripening. Postharvest Horticulture Series No8. Abril 2004. Postharvest Technology Research and information Center. UC. Davis. USA.
- SAS, (2012). *SAS/STAT® User's Guide*. Version 9.3. SAS, Institute Inc., Cary, NC, EEUU. *Plant Soil* 15: 134-154.
- Saure, M.C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulturae* 105, 65-89.
- SAGARPA. 2006. Dirección General de Estadística Agrícola. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Delegación Coahuila. México. 25 p.
- SAGARPA. 2012. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, SIACON, Anuario Agrícola por Municipio SAGARPA. Consulta de Indicadores de Producción Nacional y Estatal de Sandía. Consulta: [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx). 2013.
- Winter, C. K. and Davis. F. S. 2006. Organic foods. *J. Food Sci.* 71:117-124.

---

---

## ESTUDIO DEL AZUFRE: INTERACCIÓN CON NITRÓGENO Y POTASIO, EL EFECTO EN LA NUTRICIÓN, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* Thunb.)

<sup>1</sup>Natanhael Flores González, <sup>1</sup>Leticia Alfaro Hernández, <sup>1</sup>Adrian Fabela Zacarías, <sup>1</sup>Damian Aguilera Tapia, <sup>1</sup>Alberto Valverde López, <sup>1</sup>Carlos A. Flores Márquez

<sup>1</sup>Docente-Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón, Coahuila. [floresgn@hotmail.com](mailto:floresgn@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

La sandía es el quinto lugar nacional en importancia económica con un rendimiento medio de 12 t ha<sup>-1</sup>. En la Comarca Lagunera se siembran 2,200 hectáreas con un rendimiento medio de 22 ton ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2012). La sandía es de la familia de las Cucurbitáceas, a la cual pertenecen también los melones, las calabazas, los pepinos y pepinillos para encurtidos. La sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.), es una variedad de melón originario de África, de pulpa roja y semillas negras, aporta mucha agua, azúcares, potasio y sodio por lo que se asocia a dietas de adelgazamiento y de enfermos renales. Contiene vitaminas A, en forma de betacaroteno, vitamina C y B, así como ácido fólico, licopeno protector de ciertos cánceres y de la arteriosclerosis, ácido salicílico que puede ayudar a calmar ciertos dolores y contiene apenas 20 calorías. También es una fuente importante de potasio, que es un mineral elemental para el balance nutricional del agua en el cuerpo y que está en todas las células del organismo. Las cucurbitáceas constituyen uno de los conjuntos más interesantes de plantas que se conoce. Muchos de sus miembros desarrollan un tremendo desarrollo vegetativo y dan origen a una notable cantidad de frutos, a partir de un sistema radical aparentemente insignificante e inadecuado. La fertilización es una de las prácticas agrícolas que tiene mayor impacto en el rendimiento y calidad de la sandía. Sea cual sea la circunstancia o el cultivo del que se trate, contar con información sobre el consumo real que hacen los cultivos, constituye una herramienta sólida para argumentar técnicamente las recomendaciones de fertilización que se diseñan. En la mayoría de las plantaciones se utiliza también fertilización foliar, como complemento a la nutrición al suelo, para suministrar principalmente de micronutrientes y otros elementos que favorecen los procesos de floración, cuaje, llenado y calidad externa e interna del fruto. El azufre constituye un elemento esencial en la nutrición de las plantas y es requerido por éstas en proporciones casi iguales al fósforo; a pesar de esto, no se le había dada la importancia que merece debido a que generalmente era incorporado al suelo como impurezas en los fertilizantes, en herbicidas y fungicidas ó incorporado por las lluvias. Es recientemente cuando se han comenzado a notar áreas deficientes en azufre en todo el mundo, lo cual es

debido entre otras cosas a que se ha incrementado el uso de fertilizantes libres de azufre, uso de cultivares de altos requerimientos por todos los elementos esenciales, decrecimiento en el uso de azufre como insecticida o herbicida. Indispensable para el proceso de formación de proteínas sobre todo en las hortalizas, sus síntomas carenciales en general no son muy visibles. Más del 90% de las reservas de azufre en el suelo se encuentran asociadas a la materia orgánica y forma parte en los procesos de desarrollo de las plantas por ser un nutriente considerado dentro de los macroelementos requerido por los cultivos para su producción. El elemento puede ser aportado también en aplicaciones de azufre elemental las cuales son empleadas como fungicidas y acaricidas en la agricultura. El superfosfato simple y el sulfato de amonio fueron los primeros fertilizantes industriales y ambos poseen azufre en su composición. Estos fertilizantes dieron paso a otros como la urea o el superfosfato triple, más concentrados y sin el nutriente acompañante. El azufre (S) y el potasio (K) son dos de los nutrientes para las plantas más ligados a la calidad de los cultivos hortícolas. Así, la fertilización con S y K esta en correspondencia con los niveles de otros elementos nutritivos para las plantas; de ahí la importancia del balance y la cantidad absoluta de estos que se apliquen como fertilizante. El S absorbido por las plantas está relacionado con muchos nutrimentos; sin embargo, existen relaciones estrechas entre el S y el K en el metabolismo de las plantas. Los dos nutrientes interactúan con el nitrógeno para aumentar la calidad de los productos hortícolas. En las hortalizas en general el papel del azufre está relacionado con las cantidades de aceites esenciales, color (al estar relacionado el S con la formación de clorofila) y uniformidad. El azufre combinado con nitrógeno vía foliar da excelentes resultados en el incremento de rendimientos en hortalizas. En el caso del potasio, es bien sabido el efecto positivo de este nutrimento sobre la calidad de las plantas. El efecto sobre la vida de anaquel y la turgencia de los vegetales ha sido confirmado por muchos investigadores. El azufre es un mineral, nutriente esencial para las plantas que fortifica el metabolismo y el desarrollo vegetativo. Es un constituyente esencial de algunos aminoácidos, además de intervenir en la formación de clorofila.

Por lo tanto, su carencia ocasiona disminución en la producción de las cosechas. Desgraciadamente en México es muy poco lo que se ha investigado acerca de la disponibilidad de S en los suelos productores de hortalizas. Se espera que la demanda de este nutriente por las hortalizas de alto rendimiento sea cada vez mayor. La producción de hortalizas en México es variable año con año, sin embargo ha ido incrementándose debido principalmente a la fluctuación de los precios de los granos a nivel mundial y a los tratados de libre comercio que han facilitado la exportación de estos productos. Generar la información necesaria, relacionada con la fertilización suficiente y balanceada utilizando S es imperativo para incrementar la

---

productividad y calidad de las hortalizas en México. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de azufre sobre el balance nutrimental, el rendimiento y calidad del fruto de sandía.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. Se encuentra ubicada en los meridianos 102° 22' y 104° 47' longitud oeste, y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte (SAGARPA, 2006). La altura media sobre el nivel del mar es de 1,139 msnm. Cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas, así como las urbanas. El trabajo se realizó en campo en el año 2014 en el Ejido Flor de Mayo municipio de Matamoros, Coahuila. Según la clasificación de Köppen modificado por García (2004), el clima es seco desértico o estepario cálido con lluvias en el verano e inviernos frescos. La precipitación pluvial es de 258 mm y la temperatura media anual es de 22.1 °C, con rango de 38.5 °C como media máxima y 16.1 °C como media mínima. La evaporación anual media aproximadamente es de 2,396mm. La presencia de las heladas ocurren de noviembre a marzo y rara vez en octubre y abril, mientras que la presencia de granizada se da entre mayo y junio. El diseño experimental bajo el que se desarrolló el experimento fue el de bloques al azar y el Modelo matemático es:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$ , donde  $Y_{ij}$  es la  $j$ ésima parcela dentro del  $i$ ésimo tratamiento,  $\mu$  es la media general,  $T_i$  es efecto debido al  $i$ ésimo tratamiento,  $\beta_j$  es efecto del  $j$ ésimo bloque,  $e_{ij}$  es error experimental asociado al  $j$ ésimo bloque del  $i$ ésimo tratamiento y se consideraron cuatro tratamientos con cinco repeticiones. La distribución de los tratamientos fue de acuerdo a Mead *et al.* 2003). Aplicación foliar de azufre (S) y un tratamiento combinado con nitrógeno (N): Cuatro tratamientos: 1 (2 kg de S+ 2 kg de N), 2 (3 kg de S), 3 (4 kg de S), 4 (testigo 0). Tamaño de la unidad experimental: una cama de seis metros de ancho con cinco metros de largo= (6x5), 30 m<sup>2</sup>. El tamaño del experimento consistió de 20 unidades experimentales que nos da 600 m<sup>2</sup> en total. Las aplicaciones del producto se hicieron cada dos semanas. La primera aplicación fue a los 25 días después de la siembra. El material genético de sandía utilizado fue el híbrido C-800, el cual es de amplia adaptación, con una maduración a los 100 días aproximadamente, es una planta vigorosa y con alto potencial de rendimiento. La fertilización para el experimento fue N-150, P-100, K-120 y se realizó con fertilizantes comerciales como MAP, ácido fosfórico, sulfato de amonio, sulfato de potasio, sulfato de magnesio y sulfato de calcio. Siendo aplicados al 50% durante las primeras etapas fenológicas del cultivo y al 100% en producción. También se

utilizaron los fertilizantes foliares de uso generalizado en la región. La urea como nitrógeno en los tratamientos se aplicó vía foliar.

**Variables evaluadas: En planta;** floración, longitud de guía, contenido nutrimental, número de frutos, rendimiento y calidad (sólidos solubles). **En suelo;** potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (%), textura, fertilidad y salinidad. Muestreo para análisis foliar: se obtuvieron con cuidado de la 5ª a 6ª hoja madura tomando 40 hojas de cada tratamiento, en la etapa vegetativa de producción del cultivo de sandía. En cada fracción vegetal se determinó los elementos; N, P, K, Ca, Mg y S. El nitrógeno se determinó mediante Kjeldahl (semimicro); el fósforo mediante desarrollo de color con el vanadato-molibdato y medida espectrofotométrica en el visible; el potasio, calcio, azufre y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica, medida directa sobre el extracto diluido (Martín Prevel *et al.*, 1984). Para medir la firmeza de la pulpa se utilizó el Penetro metro. El Refractómetro se usó para medir los grados Brix. Para realizar el análisis estadístico del experimento de las variables a evaluar se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) Versión 6.1 (SAS, 2012). Utilizando los procedimientos de Análisis de Varianza y para la comparación de medias la prueba de rango múltiple requerida al 5% de significancia con  $p \leq 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos sobre las variables en evaluación, donde los tratamientos 2 y 3 con 12 y 13 grados Brix respectivamente están dentro del rango normal o aceptable. Para la variable longitud de guía se observa que el tratamiento 3 se obtuvo el valor más alto con 3.894 m, mientras que el tratamiento testigo presenta el valor más bajo con 3.410 m. En cuanto a rendimiento el mejor tratamiento fue el 3 (aplicación de 5 kg ha<sup>-1</sup> de azufre vía foliar), con una producción de 71.600 ton ha<sup>-1</sup>, el tratamiento testigo sin azufre rindió 55.960 ton ha<sup>-1</sup>. Como complemento se tienen los valores aceptables de diámetro polar y ecuatorial ya que los tamaños de fruto de sandía se manejaron en el rango de 7 a 12 kg de peso, considerado de aceptable calidad para una buena comercialización en el mercado.

Cuadro 1. Datos de las variables evaluadas con aplicación foliar de azufre.

Tratamientos de azufre	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (m)	Grados Brix	Longitud de guía (m)	Rendimiento ton ha <sup>-1</sup>
1.- 2 kg + 2 kg(N)	87.8	63.5	13	3.814	67.040
2.- 3 kg	88.6	66.0	12	3.720	58.400
3.- 4 kg	88.9	66.2	13	3.894	71.600

4.- testigo	83.5	62.3	10	3.410	55.960
-------------	------	------	----	-------	--------

Se aplicó el análisis estadístico (0.05 de significancia) a los datos de la variable longitud de guía donde el resultado fue no significativo a los tratamientos.

Cuadro 2. Azufre, análisis estadístico de longitud de guía.

FV	GL	SC	CM	F	Pr> F
Tratamientos	3	0.697	0.232	1.476	0.270 NS
Bloques	4	1.680	0.420	1.667	0.084
Error	12	1.890	0.157		
Total	19	4.268			

C.V. = 10.92 %

El análisis químico del follaje es una práctica común e indispensable en hortalizas para conocer el estado nutricional de las plantas y poder decidir acerca de las aplicaciones de fertilizante que aseguren el requerimiento específico para la etapa fenológica en que se encuentre el cultivo y para corregir los desbalances posibles respecto a otros nutrientes. Investigaciones recientes donde se aplica azufre combinado con nitrógeno por vía foliar han arrojado resultados interesantes de incremento en rendimientos de algunas especies por lo que sería conveniente explorar más ampliamente la adición de este elemento en la fertilización complementaria de hortalizas. El elemento puede ser aportado también en aplicaciones de azufre elemental las cuales son empleadas como fungicidas y acaricidas en la agricultura. La fertilización con S está en correspondencia con los niveles de otros elementos nutritivos para las plantas; de ahí la importancia del balance y la cantidad absoluta de estos que se apliquen como fertilizante. El S absorbido por las plantas está relacionado con muchos nutrimentos; sin embargo, existen relaciones estrechas entre el S y el K en el metabolismo de las plantas. En este trabajo de sandía, las épocas de máxima absorción coinciden con la emisión de guías e inicio de floración (35-45 d. d. s.) y después del pico de floración e inicio de llenado de frutos. El 60% del N se consume antes de los 40 d. d. s., el P sufre una absorción más gradual, mientras que el K sólo consumió un 35% del total a los 40 después de siembra (d. d. s.). Tres a cinco bultos (50 kg) de sulfato de amonio aplicados en el primer aporque, (40 a 60 kg de S ha<sup>-1</sup> resultan suficientes para satisfacer la demanda de azufre por la sandía, para obtener muy alto rendimiento, en suelos deficientes en azufre. El adecuado manejo de la fertilización azufrada demanda un diagnóstico preciso de la disponibilidad de azufre en los suelos y/o de su contenido en las hojas. El exceso de S puede generar limitantes de productividad en el metabolismo del N. La determinación de S en el laboratorio suele ser difícil y sujeta a frecuentes errores. Debe



buscarse el servicio de un laboratorio solvente y confiable. La OMS lo clasifica como ligeramente tóxico. El azufre tiene aplicaciones como fungicida, acaricida e insecticida, además de formar parte en los procesos de desarrollo de las plantas por ser un nutriente considerado dentro de los macroelementos requerido por los cultivos para su producción. La Figura 1 presenta los contenidos nutrimentales de nitrógeno dentro de lo normal, el fósforo normal y el potasio dentro del rango arriba del normal de acuerdo a Jones (1998). En la Figura 2 los contenidos de calcio, magnesio y azufre en el tejido vegetal se manifiestan dentro del normal alto de acuerdo a Jones (1998). Los resultados anteriores están expresados en base a materia seca. El nitrógeno se determinó mediante Kjeldahl (semimicro); el fósforo mediante desarrollo de color con el vanadato-molibdato y medida espectrofotométrica en el visible; el potasio, calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica, medida directa sobre el extracto diluido (Martín Prevel *et al.*, 1984). En la Figura 3 se presentan los valores de extracción nutrimental durante el ciclo vegetativo y de desarrollo del cultivo de sandía con aplicación de azufre vía foliar. Las tasas de extracción de N, P, K, Ca y Mg se determinaron en el período de fructificación.

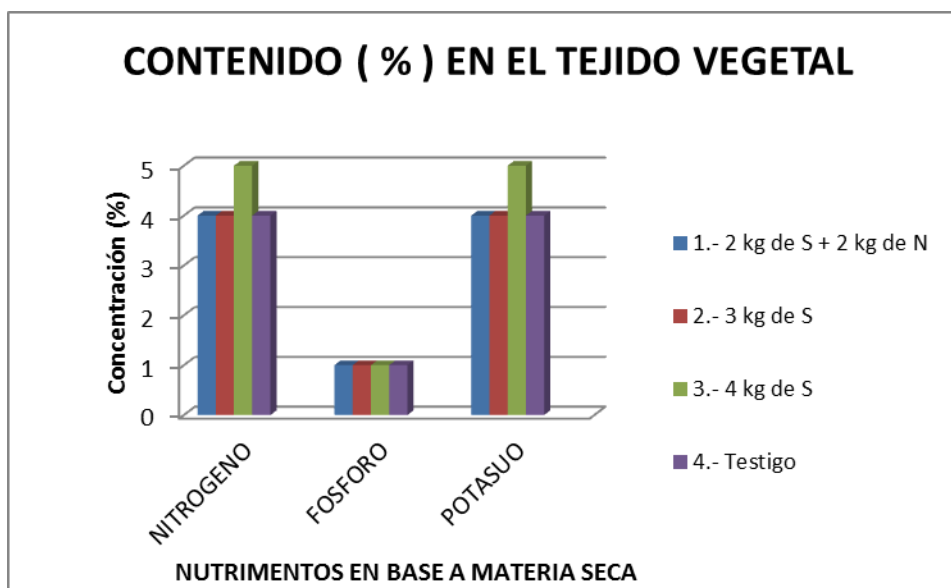


Figura 1. Contenido nutrimental en el cultivo de sandía.

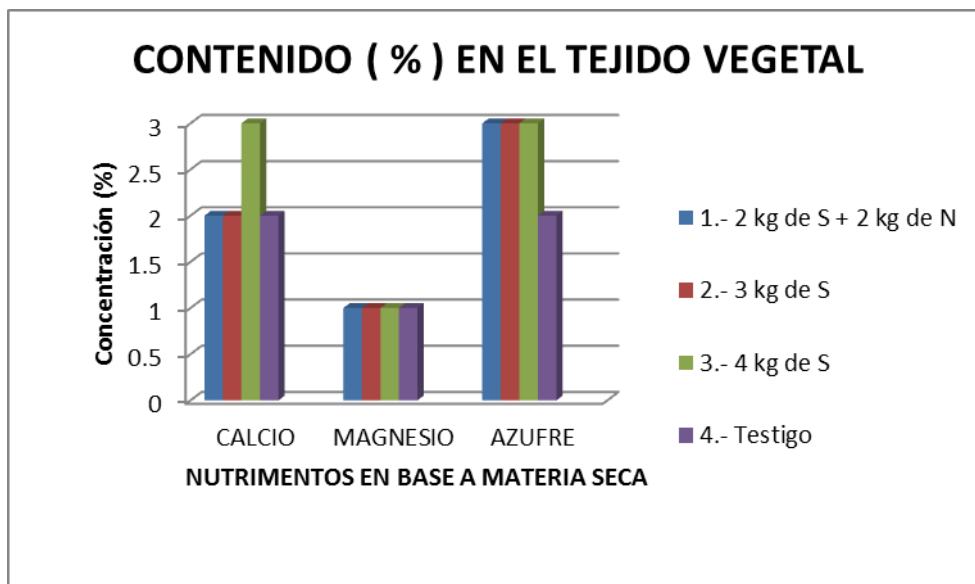


Figura 2. Concentración de elementos (Ca, Mg, S) en el cultivo de sandía.

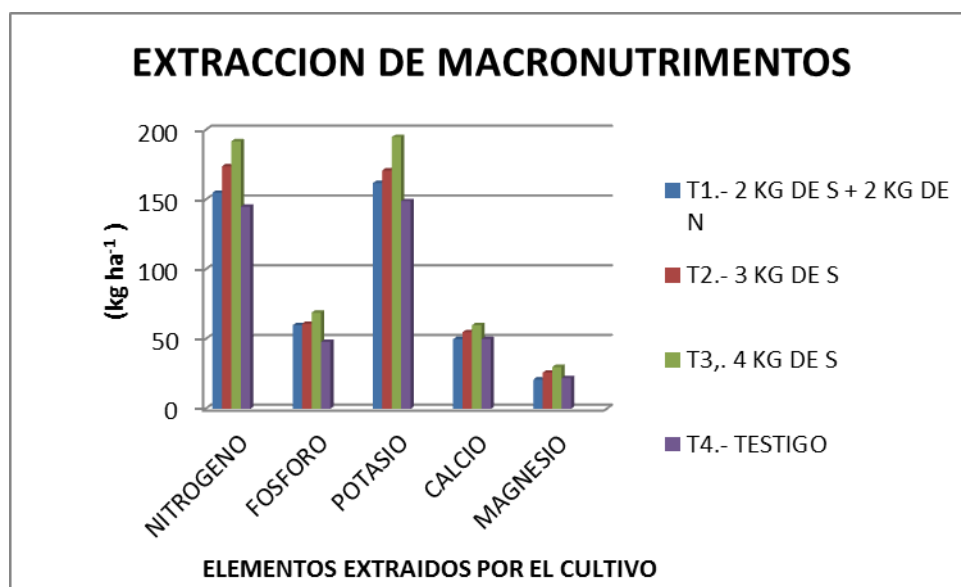


Figura 3. Extracción nutrimental realizada por la sandía.

### CONCLUSIONES

El azufre está en la planta en proporción de 1 parte por cada 10 o 12 partes de nitrógeno. Si no hay azufre, la planta no puede usar el nitrógeno. A mayor contenido de Potasio mayor producción de azúcares fibras y otros compuestos, especializados y mayor el rendimiento de materia seca en las plantas. Generar la información necesaria, relacionada con la fertilización suficiente y balanceada utilizando azufre es imperativo para incrementar la productividad y

calidad de las hortalizas en México. Los incrementos en los rendimientos de sandía dependieron tanto del suelo, así como de la dosis de azufre aplicada al suelo y de manera foliar. El tratamiento 3 con 4 kg ha<sup>-1</sup> vía foliar de azufre tuvo una producción de 71.600 ton ha<sup>-1</sup> con fruto considerado de buena calidad comercial. El aplicar azufre combinado con nitrógeno, resulta exitoso cuando se acompaña de una adecuada dosificación de fósforo y potasio.

## BIBLIOGRAFIA

- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. Quinta edición; serie de libros, Num. 69 p.
- Grangeiro, L.C.; Cecílio Filho, A.B. 2004. Acúmulo e Exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia tite. *Horticultura Brasileira*, v.22, p.93-97.
- Grangeiro, L.C.; Cecílio Filho, A.B. 2005. Acúmulo e Exportação de macronutrientes Emmelancia Sem Sementes. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.763-767.
- Gudelj, V. P.Vallone, C. Galarza y B. Masiero. 2005. Fertilización con azufre, boro y zinc. *Agronomía* 20 (51): 67-72.
- INIFAP. 2004. Cadena Agroalimentaria de Sandía. Campeche, Campeche. Mayo 2004, 96 pag.
- Jones, J. B. Jr. 1998. *Manual Plant Nutrition*. CRC Press. Boca Raton. Boston, London, New York, Washington.
- Jones, C. M. 2004. Effects of benzyladenine on fruit set in muskmelon. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 87: 335-340.
- Kader, A., A., 2004. Fruit Maturity, Ripening and Quality Relationship. In *Management of Fruit Ripening. Postharvest Horticulture Series No. 8*, Abril 2004. Publication 3311.
- Lester, E. G.; Jifon, J. L. and Rogers, G. 2005. Supplemental foliar potassium applications during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid, and beta-carotene contents. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 130:487-653.
- López, B. E. A. 2008. *Diseño y Análisis de Experimentos: Fundamentos y Aplicaciones en Agronomía*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala, 157pp.
- Malavolta, E. y Paulina, V.T. (2007). Sulphur balance in Central and South América. In: *Sulphur 87, Agricultural Session, The Sulphur Institute, Houston, USA*, pp. 31-50.
- Martin, Prevel, P., Gacnard, J., Gautier, P., 1984. *L'Analyse Végétale dans le control de l'Alimentation des Plantes. Technique et Documentation - Lavoisier. París*.
- Martínez, S. L. y Lugo, W. 2005. Conjunto Tecnológico para la producción de sandía. Proyecto SP-305. 40 p.
- Mead, R.; Curnow, R. N. and Hasted, A. M. 2003. *Statistical methods in agriculture and experimental biology*. 3th Ed. Chapman and Hall / CRC, USA.
- Mengel, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. *Acta Horticulturae* 594, 33-47.
- McGrath S.P., F.J.Zhao P.J.Withers y M. Worthy . 2009. Development of sulphur deficiency in crops and its treatment. *The Fertiliser Society. Proc. N° 379*.
- Reid, M., S., 2004 *Biology of Ethylene Production and action*. In *Management of Fruit Ripening. Postharvest Horticulture Series No8*. Abril 2004. Postharvest Technology Research and information Center. UC. Davis. USA.
- Rehm, G. 2000, *Evaluating banded applications of sulfur for corn grown in conservation tillage production systems (second year's report)*.
- SAGARPA. 2006. *Dirección General de Estadística Agrícola. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Delegación Coahuila. México*.25 p.
- SAGARPA. 2012. *Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, Anuario Agrícola por Municipio SAGARPA. Consulta de Indicadores de Producción Nacional y Estatal de Sandía. Consulta: [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx). 2013.*

- SAS, (2012). *SAS/STAT® User's Guide*. Version 9.3. SAS, Institute Inc., Cary, NC, EEUU. *Plant Soil* 15: 134-154.
- Swietlik, D. y M. Faust. 2004. Foliar nutrition of fruit crops. pp. 287-355. *In: J Janik (ed.)*. Horticultural reviews. Vol. 6. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. USA.
- Winter, C. K. and Davis. F. S. 2006. Organic foods. *J. Food Sci.* 71:117-124.

---

---

## CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO DE TORONJA (*Citrus paradisi* Macf) ASPERJADOS CON FITOHORMONAS Y MICRONUTRIMENTOS

Juan José Galván Luna <sup>\*1</sup>, Marco Antonio Bustamante García <sup>1</sup>, Víctor Manuel Reyes Salas <sup>1</sup>, Fabiola Aureoles Rodríguez <sup>1</sup>, Andrés Martínez Cano <sup>1</sup> y María Guadalupe Pérez Ovalle <sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista, Saltillo, Coahuila, México CP. 25315. \* [doctorgalvanluna@hotmail.com](mailto:doctorgalvanluna@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

México es considerado el cuarto productor de cítricos en el mundo; cuenta con 512 mil hectáreas establecidas con este cultivo, distribuidas en 23 Estados del territorio nacional, mediante las cuales se obtienen 6.8 millones de toneladas anuales, con un valor de 5,512 millones de pesos, en beneficio de 67 mil productores; esta actividad genera 70 mil empleos directos y unos 250 mil indirectos (SIAP, 2014). De esa producción la naranja ocupa el 63% de la superficie, limón mexicano y limón persa con el 23% y el resto está ocupado por toronja y mandarina.

Se consideran reguladores de crecimiento ó fitohormonas 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).

El objetivo de este trabajo es medir los efectos de los diferentes tratamientos del complejo hormonal Biozyme® TF y su relación con micronutrientos aplicados en floración poliquel multi y poliquel zinc, en el cultivo de la toronja.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados en el año 2011 y 2013, en árboles de toronja de 20 años de edad, ubicados en la huerta la Eugenia, congregación Gil de Leyva Montemorelos Nuevo León, México, entre los paralelos 25° 11' 24" latitud norte y 99° 41' 33" longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 423 msnm y una precipitación pluvial de 600 a 1 000 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 cm<sup>-3</sup> árboles con nivel deficiente de nitrógeno, magnesio y zinc, optimo de potasio, calcio, hierro y cobre, bajo de manganeso.

Los productos aplicados fueron Biozyme TF® como fuente fitohormonal, poliquel zinc, poliquel multi como fertilizantes foliares y como adherente y estabilizador de pH se utilizó el producto bionex, realizándose dos aplicaciones en plena floración y caída de pétalos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de tratamientos.

Tratamiento	Agua	Bionex	Biozyme TF	Poliquel zinc	Poliquel multi
I	8 l	16 ml	8 ml		
II	8 l	16 ml	8 ml	16 ml	
III	8 l	16 ml	8 ml	24 ml	
IV	8 l	16 ml	8 ml		32 ml
V	8 l	16 ml	8 ml		40 ml
VI	8 l	16 ml	8 ml	20 ml	
VII (testigo)	8 l	16 ml			

Las variables evaluadas fueron peso de fruto (PF), diámetro ecuatorial (DE), diámetro polar (DP), grosor de la cascara (GC), firmeza del fruto (FF), contenido de jugo en % (CJ), volumen de jugo (VJ), peso de jugo (PJ), grados Brix (GB), pH del jugo, ácido cítrico % (AC), contenido de vitamina C, espacio de color L\* a\* b\* y número de semillas de cada fruto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las variables que se evaluaron, a través del análisis estadístico, muestran que no existe diferencia significativa al evaluar las variables dependientes; peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, firmeza, °Brix, color L\*, color a\*, color b\*, volumen de jugo, peso de jugo, pH, grosor de la cascara, número de semillas y números de gajos.

En la variable firmeza del fruto (Figura 1) no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, numéricamente los tratamiento VI y III presentaron valores más altos respecto al testigo.

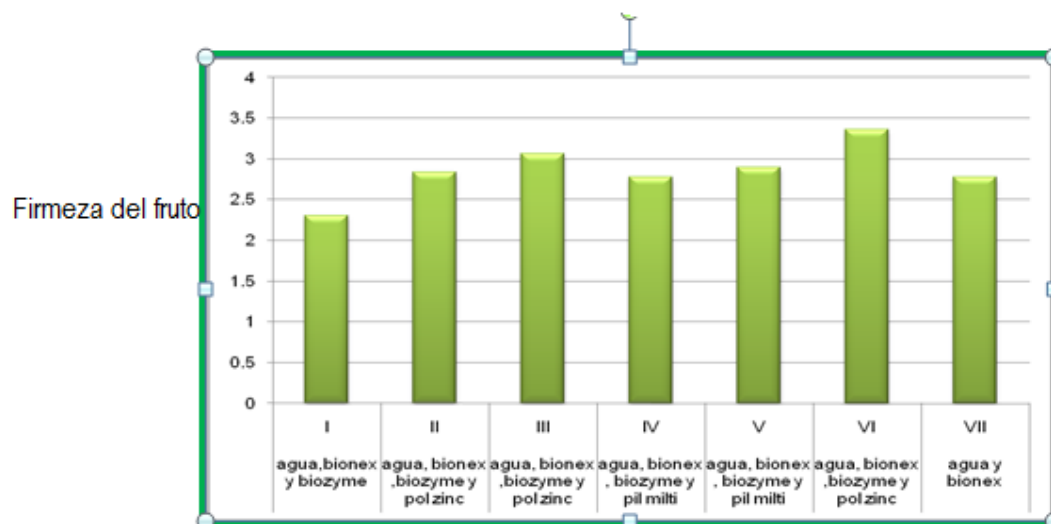


Figura 1. Firmeza de fruto (kg g<sup>-1</sup>) en toronja con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

En el resultado de grados Brix (Figura 2), no existieron diferencias significativas, aunque en las medias de los tratamientos VI y V presentaron valores más altos con relación al testigo.

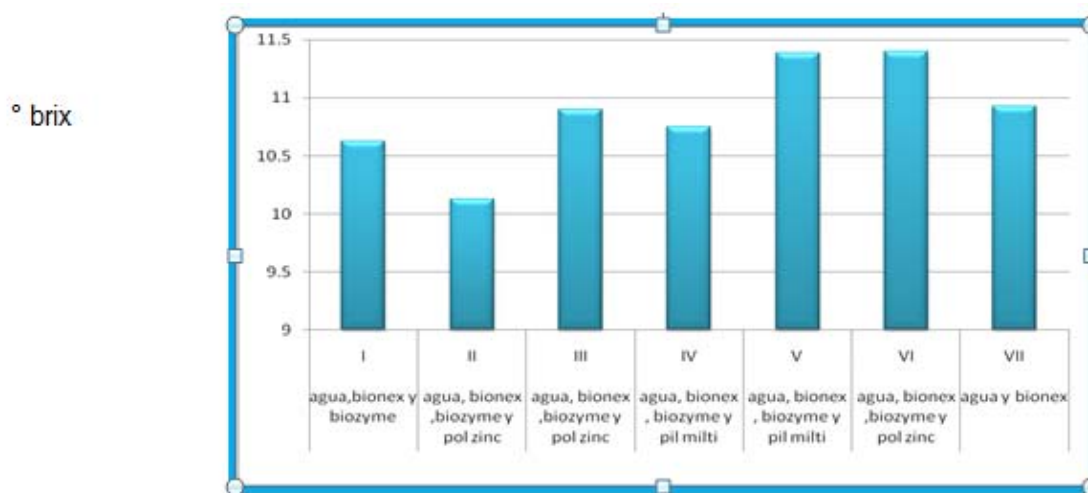


Figura 2. Grados Brix en toronja (*Citrus paradisi* Macf) en Montemorelos N.L., con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Con respecto a las variables ácido cítrico, vitamina C y % de jugo, mostraron diferencias significativas.

El análisis estadístico para la variable ácido cítrico (Figura 3) es altamente significativa, el tratamiento III (8 l de agua más 8ml de bionex más 8ml de biozyme y 24ml de Poliquel zinc) es

el más aceptable con relación al tratamiento VI que ocupa el segundo lugar numéricamente y posteriormente el tratamiento I se muestra inferior con relación al testigo según muestra el cuadro de medias, ya que los frutos del tratamiento I tienen menor contenido de ácido cítrico.

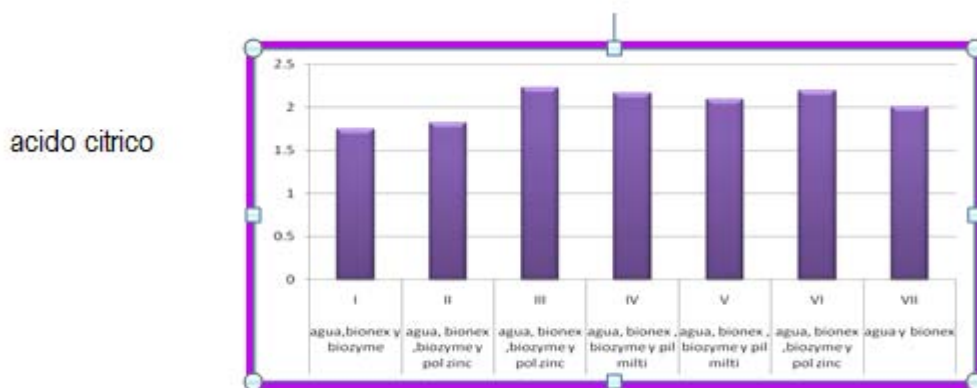


Figura 3. Acido cítrico (ml) en “toronja” con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

De acuerdo a los resultados obtenidos con relación al contenido de vitamina C (Figura 4) se encontró diferencia altamente significativa; primeramente el tratamiento I se distinguió por ser superior a todos los demás con una media de 50.71 mg g<sup>-1</sup>; siendo el tratamiento II el que ocupa el segundo lugar; mientras que los tratamientos III, V, VI, VII se encuentran en una similitud y el tratamiento IV ocupa la última posición ya que muestra la menor cantidad de vitamina C.

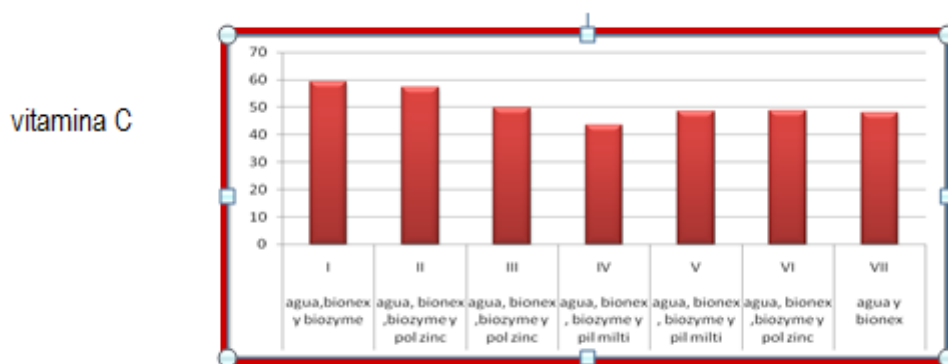


Figura 4. Vitamina C (mg g<sup>-1</sup>) en “toronja” con la aplicación de un complejo hormonal y micronutrientes.

Referente al análisis del pH, la media obtenida es 3.0393 lo cual muestra que en efecto es menor en comparación con datos presentados en naranja valencia tardía (Tolentino, 2010) ya que presentó un pH de 3.2635. Al comparar el análisis de toronja con resultados de naranja



valencia tardía en el año 2009 presentado por Vázquez (2009), este último presentó mejor resultado; ya que muestra un pH de 2.9. Por lo tanto se enfatiza que al aumentar el pH, la acidez de la fruta disminuye en relación con el contenido de vitamina C.

En cuanto a la variable vitamina C del fruto, el resultado obtenido en la evaluación estadística es 50.71 mg g<sup>-1</sup> este dato obtenido no supera los reportados por (Vázquez, 2009) en naranja valencia ya que presenta una media de 72.59 mg g<sup>-1</sup>.

Haciendo referencia a los datos obtenidos en ácido cítrico superan en comparación a (Gutiérrez, 2000) con naranja valencia tardía; pero concuerdan con datos presentados por (Vázquez, 2009) en naranja valencia en la región de Montemorelos Nuevo León, con una media de 2.03 ml.

### **CONCLUSIONES**

Los efectos del complejo hormonal Biozyme\* TF y los micronutrientes poliquel zinc y poliquel multi, se reflejaron con más efectos positivos en cuanto a las variables; peso del fruto, firmeza del fruto y % de ácido cítrico puntualizando con lo siguiente: El tratamiento de 8 ml de Biozyme TF más 20 ml de poliquel zinc fue el que nos arrojó mejores resultados en cuanto a las variables evaluadas ya que es el que influye más directamente en la calidad del fruto y en la vida de anaquel del mismo destacando así de los otros tratamientos aplicados.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Gutiérrez .H.R. del C. 2000, Desfasamiento de la producción de naranja en Montemorelos Nuevo León. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Saltillo, Coahuila, México.
- 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>
- SIAP, 2014. (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera; Consulta de Indicadores de Producción, Precios y Márgenes de Comercialización de Naranja Nacional. Obtenida el 13 de agosto del 2014, de:[http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351)
- 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., México.
- Vázquez R. F. 2009. Uso de un complejo hormonal y micronutrientes en naranja "Valencia" Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah., Méx

## CRECIMIENTO DE PLANTAS DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO CONDICIONES DE PREACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS

Ma. Magdalena Villa-Castorena<sup>1</sup>, Ernesto Alonso Catalán-Valencia<sup>1</sup>, Marco Antonio Inzunza-Ibarra<sup>1</sup>, Abel Román-López<sup>1</sup>, José Luis González-Barrios

<sup>1</sup>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](mailto:villa.magdalena@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

El cultivo del frijol ocupa un lugar importante en la economía agrícola de México, tanto por la superficie que se le destina, como por la derrama económica que genera. En conjunto con el maíz constituyen la dieta básica del pueblo mexicano y en consecuencia son los productos de mayor importancia socioeconómica tanto por la superficie de siembra como por la cantidad consumida *per cápita*. (COVECA, 2011).

En México, la falta de precipitación ha ocasionado que el 50 % de los municipios actualmente estén afectados por la sequía y se calcula que 1.4 millones de hectáreas sufrieron por esta condición. En 2011, se perdieron 3.2 millones de toneladas de maíz, 600 mil de frijol, además de 60 mil cabezas de ganado (Romero, 2012). Ante esa situación, es necesario desarrollar e implementar estrategias que ayuden a reducir los efectos de la sequía en las plantas.

El tratamiento de preacondicionamiento de semillas puede ser usado para inducir la tolerancia a la sequía en plantas. Este consiste en la inmersión de las semillas en sustancias químicas durante cierto período de tiempo, con o sin deshidratación previa a la siembra (Khan, 1992; Welbaum *et al.*, 1998; Sánchez y Orta, 2001; Farooq *et al.*, 2010). Estos tratamientos permiten que una gran proporción de las semillas alcance rápidamente el mismo nivel de humedad y un estado fisiológico. Lo cual activa el aparato metabólico relacionado con el proceso pre germinativo y la auto reparación enzimática de las membranas celulares (Beck *et al.*, 2007; Balaguera-López *et al.*, 2009; Dursum y Ekinci, 2010). El propósito del presente trabajo fue evaluar la respuesta del crecimiento y la tolerancia a la sequía de plantas de frijol a diferentes tratamientos de pre acondicionamiento de las semillas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en un invernadero en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en la Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Gómez Palacio, Durango. El invernadero estuvo cubierto en sus lados de policarbonato de doble pared y el

techo con plástico y malla sombra 50:50. El control de la temperatura se hizo mediante extractores, pared húmeda y sensores de temperatura. Se estudiaron diez tratamientos de pre acondicionamiento a la semilla y dos testigos, uno de ellos fue sin preacondicionamiento y el otro testigo fue sin preacondicionamiento y sin restricción de humedad. Esos tratamientos se describen en el Cuadro 1 y se definieron con base en resultados de estudios previos sobre sustancias, potenciales osmóticos y tiempos de inmersión de la semilla. Se utilizó un diseño en bloques al azar con 12 tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de cuatro macetas por tratamiento.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados con las sustancias, dosis y tiempo de inmersión.

Tratamiento	Sustancia química	Potencial osmótico o concentración	Tiempo de inmersión (h)
T1	NaCl	0.3 MPa	12
T2	NaCl	0.3 MPa	24
T3	NaCl	0.5 MPa	12
T4	NaCl	0.5 MPa	24
T5	Ácido giberélico (AG)	250 mg L <sup>-1</sup>	12
T6	Ácido giberélico (AG)	250 mg L <sup>-1</sup>	24
T7	Glicina betaina(GB)	25 mM	12
T8	Glicina betaina(GB)	25 mM	24
T9	Glicina betaina(GB)	50 mM	12
T10	Glicina betaina(GB)	50 mM	24
T11	Testigo (sin tratar)		
T12	Testigo (sin tratar y sin restricción de humedad).		

Las semillas se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio (clorálex) al 5% por un tiempo de tres minutos. Después se enjuagaron con agua limpia y en seguida se les dio el preacondicionamiento de acuerdo a cada tratamiento establecido. Transcurrido el tiempo de inmersión de las semillas, éstas se secaron a temperatura ambiente y se sembraron en macetas de plástico negro llenas con una mezcla húmeda de turba, perlita y vermiculita (70, 15, 15, v:v:v), la capacidad de las macetas fue de 20 L.

Las plantas se regaron cuando el sustrato tenía del 25 al 30% de la capacidad máxima de retención de humedad. Esto con el fin de que las plantas estuvieran bajo una condición de estrés hídrico. El tratamiento T12 correspondiente al testigo sin pre acondicionamiento y sin restricción de agua, se estuvo regando cuando la capacidad de retención de humedad del sustrato fue del 70 al 75%. Las plantas se empezaron a fertilizar cuando tuvieron cuatro hojas verdaderas con una solución nutritiva equilibrada de 15 meq L<sup>-1</sup> de aniones y cationes. Esto se hizo con una frecuencia de cada diez días y se aplicó un 15% más del agua requerida para evitar la salinización del sustrato. A los 65 días después de la siembra se midió el área foliar, peso seco de la parte aérea y raíz, contenido relativo de agua, contenido de prolina y glicina betaina en hojas. Estas mediciones se hicieron en cada tratamiento y en las cuatro repeticiones. Los datos obtenidos se analizaron mediante el análisis de varianza, usando el programa SAS (SAS, Institute, 1999) según el modelo lineal general y la separación de medias se hizo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Área foliar (AF).** El análisis estadístico para la variable AF por planta indicó efectos altamente significativas para los tratamientos evaluados ( $P = 0.0035$ ). La comparación de medias señala que el T9 (GB 50 mM y 12 h de inmersión) produjo la mayor AF (Figura 1). Aunque no fue estadísticamente diferente (Tukey = 0.05) al T7 (GB 25 mM, 12 h de inmersión) y al T2 (NaCl, 0.3MPa, 24 h de inmersión). Esos tratamientos tuvieron un AF promedio entre ellos de 10 500 cm<sup>2</sup>. Los testigos, húmedo (T12) y seco (T11), tampoco fueron diferentes entre ellos, lo cual indica que el efecto del estrés hídrico en el AF no se reflejó en el momento del muestreo. Por otro lado los testigos mostraron similar AF que los tratamientos con mayor respuesta. El T5 (AG 250 mg L<sup>-1</sup>, 12 h de inmersión) produjo la menor AF con apenas un 32% del observado en el T9.

**Peso seco.** El efecto de los tratamientos en el peso seco de la raíz no fue significativo ( $P = 0.84$ ), pero si lo fue para el peso seco del vástago ( $P = 0.019$ ). El valor promedio del peso seco de la raíz de los tratamientos fue de 1.394 g (Cuadro 2). Los tratamientos T8 (Gb, 25 mM, 24 h) y T9 (Gb, 50 mM, 12 h) promovieron mayor producción de peso seco del vástago que el resto de los tratamientos (Cuadro 2). Ellos no mostraron diferencia estadística significativa entre ellos (Tukey = 0.05) ni fueron diferentes al testigo sin restricción de humedad (T12). Sin embargo fueron, superiores al testigo sin tratar (T11), el cual fue tratado con las mismas condiciones de

humedad. El T8 y T9 produjeron en promedio 38.663 g de peso seco, el cual fue mayor en un 21% al peso seco obtenido en el T11.

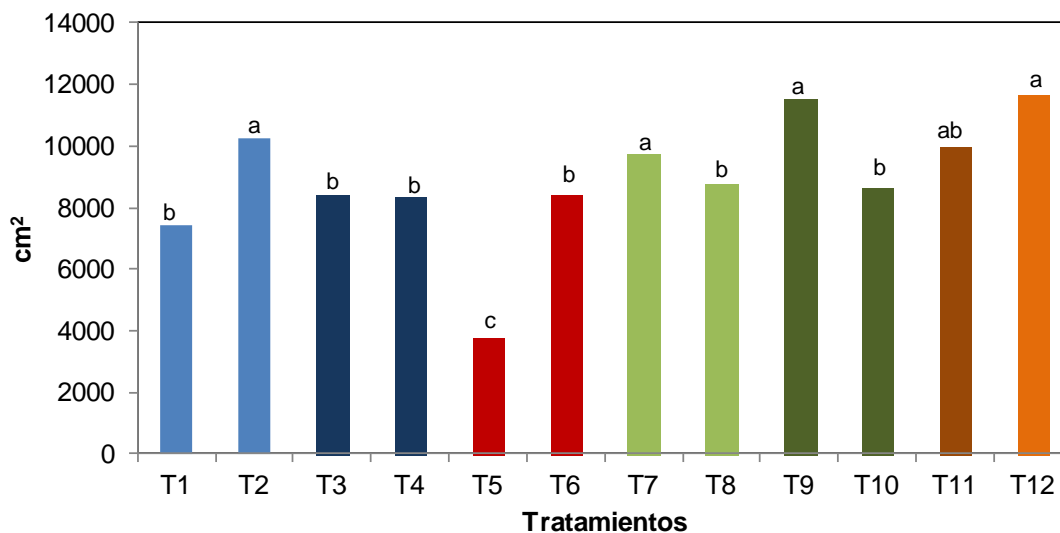


Figura 1. Área foliar por planta en los tratamientos evaluados. Medias con la misma letra no son estadísticamente significativas de acuerdo a Tukey = 0.05.

Cuadro 2. Medias del peso seco del vástago la raíz en cada tratamiento evaluado.

Trat.	Clave	Peso seco Raíz (g) †	Peso seco de Vástago (g) †
T1	NaCl, 0.3MPa, 12h	1.585 a	31.200 b
T2	NaCl, 0.3MPa, 24h	1.294 a	36.450 b
T3	NaCl, 0.5MPa, 12h	1.356 a	34.708 b
T4	NaCl, 0.5MPa, 24h	1.369 a	31.300 b
T5	Ácido giberélico (AG), 12h	0.948 a	17.450 c
T6	Ácido giberélico (AG), 24h	1.310 a	32.225 b
T7	Glicina betaina(GB), 25 mM, 12 h	1.568 a	35.700 b
T8	Glicina betaina(GB), 25 mM, 24 h	1.418 a	38.650 a
T9	Glicina betaina(GB), 50 mM, 12 h	1.309 a	38.675 a
T10	Glicina betaina(GB), 50 mM, 24 h	1.371 a	32.775 b

T11	Sin tratar	1.371 a	31.950 b
T12	Sin tratar húmedo	1.829 a	40.275 a

<sup>†</sup>Medias con la misma letra entre columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey = 0.05).

**Contenido relativo de agua (CRA).** El análisis estadístico mostró efectos significativos ( $p=0.02$ ) de los tratamientos estudiados en el contenido relativo de agua (CRA). El tratamiento T9 (GB, 50 mM, 12 h) y el T10 (GB, 50 mM, 24 h) tuvieron mayor CRA que el resto de los tratamientos (Figura 2). No fueron estadísticamente diferentes entre ellos (Tukey = 0.05) ni tampoco lo fueron del testigo sin restricción de humedad (T12). Lo cual indica que esos tratamientos tuvieron un efecto positivo en el CRA, ya que aun cuando se desarrollaron bajo condiciones de estrés hídrico su contenido de agua en las hojas fue similar al testigo sin tratar y sin restricción de agua. El resto de los tratamientos, con excepción del T3, superaron al testigo sin tratar y con déficit hídrico (T11), indicando nuevamente las bondades del tratamiento a la semilla con las sustancias probadas.

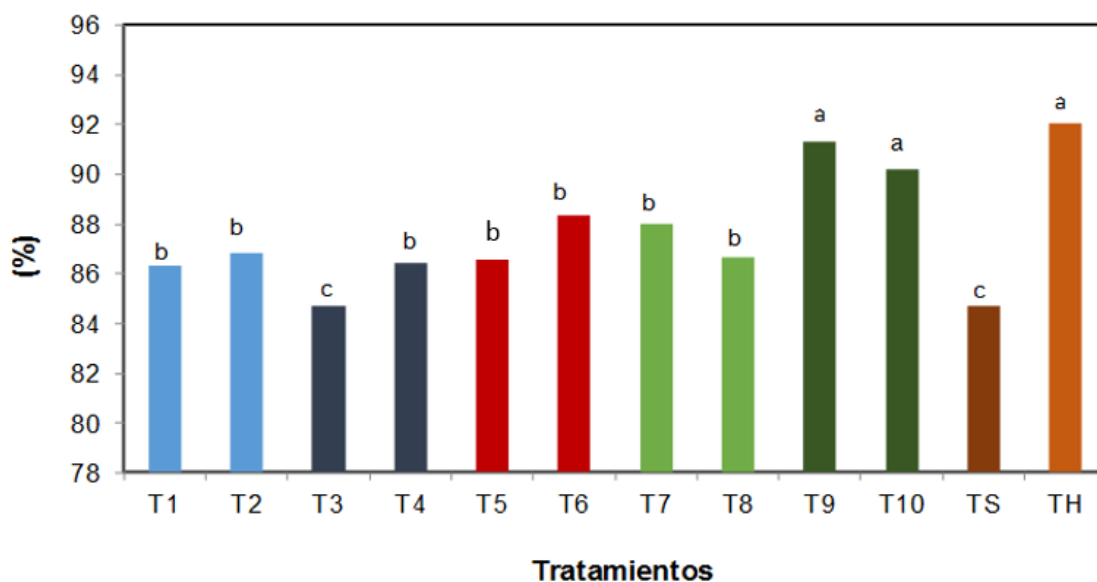


Figura 2. Contenido relativo de agua en los tratamientos evaluados. Medias con la misma letra no son estadísticamente significativas de acuerdo a Tukey = 0.05.

## CONCLUSIONES

Los tratamientos de pre acondicionamiento a la semilla de frijol evaluados afectaron al área foliar y peso seco del vástago. En cambio no afectaron al peso seco de la raíz. El T9 (glicina

betaína, 50 mM y 12 h de inmersión) produjo la mayor área foliar con respecto al resto de los tratamientos. Los tratamientos T8 (Gb, 25 mM, 24 h) y T9 (Gb, 50 mM, 12 h) promovieron mayor producción de peso seco del vástago que el resto de los tratamientos y no fueron diferentes al testigo sin restricción de humedad (T12).

El tratamiento T9 (GB, 50 mM, 12 h) y el T10 (GB, 50 mM, 24 h) mostraron un CRA superior que el resto de los tratamientos de preacondicionamiento y similar al testigo sin restricción de humedad. Se encontraron evidencias que el pre acondicionamiento de las semillas promueve características fisiológicas relacionadas con la tolerancia al déficit hídrico; sin embargo hay que desarrollar investigación donde se involucre todo el ciclo del cultivo.

### BIBLIOGRAFIA

- Balaguera-López, H.E., Cárdenas-Hernández, J.F. and Álvarez-Herrera, J.G. 2009. Effect of gibberellic acid ( $ga_3$ ) on seed germination and growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Acta Hort. (ISHS) 821:141-148.  
Recuperado de: [http://www.actahort.org/books/821/821\\_15.htm](http://www.actahort.org/books/821/821_15.htm)
- Beck E H, Fettig S, Knake C, Hartig K and Bhattarai T. 2007. Specific and unspecific responses of plants to cold and drought stress; *J. Biosci.*32:501–510.
- COVECA 2011. Monografía del frijol. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Estado de Veracruz: pp.1-25.
- Dursun, A. y M. Ekinici. 2010. Effects of different priming treatments and priming durations on germination percentage of parsley (*Petroselinum crispum* L.) seeds. Agricultural Sciences. Vol. 1. Num. 1. P. 17-23.
- Farooq M., A.Wahid, N. Ahmad, and S. P. Asad. 2010. Comparative efficacy of surface drying and re-drying seed priming in rice: changes in emergence, seedling growth and associated metabolic events. Paddy Water Environ. 8: 15–22.
- Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. Department of Horticultural Sciences. (14): 131-181. New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University. Geneva, NY., USA.
- Romero P. E., 2012. Sequía afecta a más de dos millones de mexicanos. Teorema Ambiental. Revista Técnico Ambiental. Boletín electrónico del 30 de Enero del 2012. Web consultada el 30 abril 2013: <http://www.teorema.com.mx/cambioclimatico/sequia-afecta-a-mas-de-dos-millones-de-mexicanos/>
- Sánchez, J. A.; R. Orta, 2001. "Tratamientos pregerminativos de hidratación-deshidratación de las semillas y sus efectos en plantas de interés agrícola." Agronomía Costarricense 25(1): 67-92.
- Statistical Analysis System (SAS). 2002. Statistical Analysis System, v. 9.0. Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Welbaum, G. E., Z. Shen, M. O. Oluoch, L. W. Jett. 1998. The evolution and effects of priming vegetable seed. Seed Technology 20:209-235.

## EVALUACIÓN DE BIOFERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE CRIOLLO.

<sup>1</sup>J. Natividad Gurrola Reyes, <sup>2</sup>Oscar Díaz Martínez, <sup>1</sup>Gerardo Pérez Santiago y  
<sup>1</sup>Ma. Berenice González Maldonado

1. Profesor investigador del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Instituto Politécnico Nacional. Becarios COFAA. 2. Alumno de Maestría del CIIDIR U.DGO. Sigma 119, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Dgo., 34200. Tel/Fax: 618 8142091. E-mail: racso\_2803@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

Los agroquímicos, como fertilizantes minerales, insecticidas, herbicidas entre otros, son uno de los mayores descubrimientos de la química, sin embargo, se ha hecho un uso excesivo de los mismos lo que constituye un riesgo inminente para la salud humana, situación que a puesto en alerta a diversos sectores como a los científicos, autoridades de salud y de medio ambiente. Derivado principalmente a los problemas ambientales y la inminente baja producción agrícola en países en desarrollo, se ha destacado como una solución potencial para diversas naciones que enfrentan esta problemática el uso de la agricultura orgánica, ya que ésta busca asegurar la diversificación biológica, mantener la salud de los agroecosistemas, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, de aquí que, un elemento tecnológico que coadyuva a la sostenibilidad en el sistema agrícola es la biofertilización, que de manera conjunta promueve la sanidad de los cultivos y reduce la utilización de agroquímicos sintéticos. El manejo adecuado de la simbiosis que se establece entre microorganismos como *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Sclerocystis* y *glomus*, y especies de bacterias del género *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter*, *Frankia*, *Beijerinckia* y *Azospirillum* y las plantas, se puede reducir la utilización de fertilizantes químicos, lo cual es clave en la producción agrícola sostenible, obteniendo tanto beneficios ambientales como económicos. El presente trabajo tuvo como propósito evaluar en tomate criollo de la región de Santiago Papasquiario Durango cinco biofertilizantes comerciales y una combinación de éstos y contrastados con un fertilizante químico.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en San Nicolás de Arriba en el municipio de Santiago Papasquiario, Durango a los 24°57'9.60" latitud Norte y 105°25'9.23" Longitud Oeste y una altitud de 1850 msnm.



Se utilizaron biofertilizantes elaborados a base de rizobacterias, de los géneros *Azospirillum* y *Bacillus*, hongos micorrizicos del Genero *Glomus* y hongos antagonistas del genero *Trichoderma*. De las marcas comerciales 1. AzosCBG. 2. BT-AZ-Mix ® 3. Tec-Mix 60 ® 4.- PROBIOTAM 5. TRICHO-ROOT®. Para el desarrollo del experimento se utilizó un diseño experimental completamente al azar con ocho tratamientos y diez repeticiones: T1 *Azospirillum brassilensis*, T2 *Azospirillum spp + Bacillus subtilis*, T3 Hongos endomicorrizicos, T4 *Trichoderma spp*, T5 coinoculación *Azospirillum brassilensis+ Trichoderma spp*, T6 *Trichoderma Koningiopsis*, T7 Fertilización química y T8 Testigo. Para la evaluación se utilizó plántula de tomate criollo, dispuestas en microtúnel de cubierta plástica color negra calibre 50 sostenida sobre estructuras metálicas en forma de arco, a una densidad de 3 plantas por m<sup>2</sup>, sobre suelo en bolsas de polietileno negro de 40x40. La inoculación con microorganismos y fertilización química se realizó a los 15 días posterior al trasplante con bacterias promotoras de crecimiento y hongos antagonistas a razón de  $1 \times 10^{-6}$  UFC por planta suspendidas en 1 ml de agua alrededor del tallo de la planta y cubierto posteriormente con suelo, hongos micorrizicos se colocaron 200 esporas por planta, alrededor del tallo y cubiertas con suelo. (Ferrera-Cerrato y Alarcón, 2007). Para la fertilización química se utilizó la fórmula 17-17-17 en dos aplicaciones, a los 15 días post trasplante y al inicio del amarre de los primeros frutos.

### Variables evaluadas

#### Morfología de la planta

Altura de la planta. La medición fue desde el nivel del suelo hasta la parte más alta de la planta a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días después del trasplante. La longitud de la raíz se midió a los 150 días después del trasplante una vez retiradas las plantas de las macetas. Y el volumen de raíz, se determinó por desplazamiento de agua en una bureta graduada, al momento de la eliminación de las plantas de las macetas. Mientras que el diámetro de tallo, se realizó a los 150 días después del trasplante, una vez que las plantas fueron retiradas de las macetas. La medición se realizó al inicio del tallo, y al comienzo de la formación de la parte radicular (Zarate, 2007). Para la medición de clorofila se utilizó el equipo Chlorophyll Meter Minolta Spad-502y se llevó acabo a los 75 días después del trasplante con diez mediciones por planta en las cinco hojas más jóvenes con formación completa, con dos mediciones por hoja.

#### Rendimiento, Biomasa y Calidad del fruto

Conteo directo a los 75 días después del trasplante del número de racimos por planta y número de flores por racimo y peso individual de los frutos a la cosecha. Para la cuantificación de la

materia seca aérea, al final, se cortaron 30 cm de la parte más alta de la planta, se secaron a temperatura ambiente en exposición al sol por 72 horas. Y para el peso seco de fruto, se seleccionaron al azar 20 frutos por tratamiento, se pesaron cortaron y secaron a temperatura ambiente con exposición al sol durante 72 horas. Para la calidad del fruto, se tomaron 20 frutos por tratamiento. Se midió el tamaño del fruto desde la parte del pedúnculo hasta la zona apical y la medida de la parte media del mismo. Y fueron exprimidos mediante un extractor de jugos casero para la obtención del jugo al cual se le determinó, el pH mediante un potenciómetro modelo 827 pH lab Metrohm a una temperatura de 20°C con dos repeticiones para cada tratamiento, según lo descrito en la norma NMX-F-317-S-1978. Para el caso de los sólidos solubles totales se utilizó un refractómetro Modelo N-1 Atago Co., LTD, Japan utilizando el método propuesto por Zarate (2007). Para los Azúcares reductores, se determinaron por el método de ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS) leídos a 540 nm en espectrofotómetro HACH DR 500, según lo descrito por Bello *et al.* (2006).

Se realizó un ANOVA y prueba de Tukey con 95% de confianza para cada una de las variables mediante el paquete Estadística Versión 7.

## RESULTADOS y DISCUSIÓN

### Morfología de la planta

#### Altura de la planta

A los 60 días, las plantas del tratamiento T7 presentan mayor altura con respecto al resto de los tratamientos Figura 1.

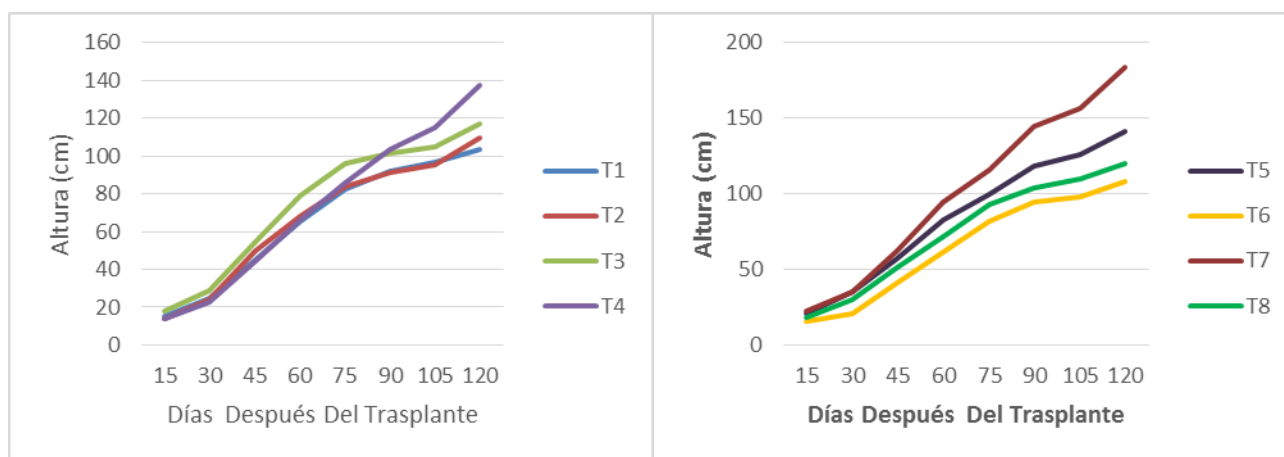


Figura 1. Altura de plantas de tomate.

En cuanto a la altura de planta, los mejores resultado los presentan los tratamientos T7 (fertilización química sintética) y T5 (coinoculación Hongos micorrizicos y

*Azospirillumbrasilense*). Por lo que se puede notar mejores beneficios en la coinoculación que en la inoculación simple, coincidiendo con Terry y Leyva (2006) que obtuvieron los mejores resultados en la producción de tomate en campo en la coinoculación de hongos micorrizicos y *Azospirillumbrasilense*, comparándolos con una inoculación simple; por otro lado, Pulido (2003) destaca la mayores beneficios en la coinoculación de hongos micorrizicos y rizobacterias en la producción de plántula de tomate y cebolla. En el ANOVA se presentan diferencias significativas en el diámetro del tallo ( $p < 0.05$ ), siendo los de mayor diámetro los tratamientos T7 y T5, sin embargo el tratamiento T5 aunque no es estadísticamente diferente del tratamiento T7, no es estadísticamente diferente del resto de los tratamientos. No se presentan diferencias estadísticas significativas en la longitud de raíz entre los diferentes tratamientos ( $p > 0.05$ ). Se presentan diferencias significativas respecto al volumen de raíz ( $p < 0.05$ ), siendo el tratamiento 7 diferente de los demás. Respecto al contenido de clorofila no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados de las variables de desarrollo de la planta.

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)	Longitud de raíz (cm)	Volumen de raíz (mm)	Clorofila unidades SPAD
T2	13.60 b	47.37 a	47.75 b	39.11 a
T3	12.82 b	50.16 a	28.20 b	43.35 a
T4	13.07 b	59.85 a	56.42 b	38.42 a
T5	16.76 a,b	36.00 a	56.40 b	43.39 a
T6	11.40 b	44.35 a	42.00 b	39.44 a
T7	23.64 a	45.33 a	1550 a	44.25 a
T8	12.95 b	44.30 a	48.75 b	41.12 a

(Tukey . 0.05) Símbolos en medias iguales no son estadísticamente diferentes.

### Rendimiento, Biomasa y Calidad del fruto

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en el número de flores por racimo, entre los tratamientos ni para el peso de fruto ( $p > 0.05$ ), la diferencia significativa se presenta en el número de racimos por planta ( $p < 0.05$ ), siendo los tratamientos T3, T5 y T7 los de mayor número de racimos, sin embargo los tratamientos 3 y 5 no son estadísticamente diferentes del resto de los tratamientos (Cuadro 2). En lo que respecta al rendimiento los mejores tratamientos se encuentran en los tratamientos T7 T3 y T5 respecto al número de racimos, sin embargo los dos últimos no son significativamente diferentes del resto. No se encontraron diferencias respecto al número de flores por racimo ni en el peso de fruto por lo que solo se obtuvieron mayor cantidad de frutos en los tratamientos antes mencionados. No se encontraron diferencias

estadísticas significativas en el peso seco de la parte aérea ni en el % en peso seco del fruto entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos de Rendimiento, biomasa y calidad del fruto

Tratamientos	Racimos/ Planta	Flores/ Racimo	Matera Seca (g)	Peso frutos (g)	% Peso seco de fruto
T1	15.70 b	6.36 a	4.06 a	20.39 a	20.39 a
T2	9.66 b	5.30 a	8.20 a	19.10 a	19.10 a
T3	18.66 a,b	6.77 a	4.30 a	16.48 a	16.48 a
T4	11.25 b	6.40 a	4.20 a	18.46 a	18.46 a
T5	20.11 a,b	6.26 a	5.66 a	18.27 a	18.27 a
T6	16.11 b	5.51 a	4.42 a	16.79 a	16.79 a
T7	37.33 a	6.95 a	7.00 a	16.17 a	16.17 a
T8	11.28 b	6.01 a	4.37 a	18.57 a	18.57 a

(Tukey . 0.05) Símbolos en medias iguales no son estadísticamente diferentes.

En lo que respecta a la materia seca de la parte aérea (Santillana, 2006) tampoco encontró diferencias con el testigo sin inocular en tomate y papa al utilizar *Pseudomonas sp.* como inoculante, sin embargo si las encontró en maíz y frijol. En cuanto a las variables externas. No se encuentran diferencias significativas en la longitud del fruto, ni el diámetro ecuatorial ( $p > 0.05$ ) para los distintos tratamientos.

Variables internas. Se encontraron diferencias significativas en los parámetros de calidad ( $p < 0.05$ ), en el caso del pH el mejor resultado lo presenta el tratamiento 8 seguido por los tratamientos 6 y 7. El mayor contenido de sólidos solubles lo presentan los tratamientos 4 y 7. El tratamiento 6 presenta el mayor contenido de azúcares reductores y los tratamientos 2 y 3 el mayor contenido de ácidos orgánicos (cuadro 3).

Cuadro 3. Calidad interna en frutos de tomate.

Tratamientos	pH	Sólidos solubles (°BRIX)	Azúcares reductores (mg ml <sup>-1</sup> )	Acidez titulable (%)
T1	4.10 e	4.46 b	0.125 e	0.025 e
T2	4.04 d	4.70 b	0.193 b	0.051 a
T3	4.06 c	4.00 c	0.136 d	0.051 a
T4	4.07 c	4.93 a	0.196 b	0.042 c
T5	4.10 e	3.93 c	0.105 f	0.039 d
T6	3.85 b	4.70 b	0.204 a	0.045 b
T7	3.86 b	4.90 a	0.171 c	0.047 b
T8	3.81 a	4.50 b	0.174 c	0.039 d

(Tukey . 0.05) Símbolos en medias iguales no son estadísticamente diferentes.

Uno de los factores que se consideran en la calidad es el sabor, para el cual se requieren un alto contenido de ácidos y azúcares (San Martín-Hernández, 2012) en este caso para las

variables internas no se presenta un tratamiento que presente mejores características para todas las variables.

Aunque las diferencias entre los distintos tratamientos y variables son significativas estadísticamente se puede notar que los valores son muy semejantes para los tratamientos en cada variable. Esto debido a que los análisis se hicieron en un conjunto de 20 frutos para cada tratamiento. Por lo que sería más recomendable realizar el mismo análisis agrupando una cantidad homogénea de frutos en cada tratamiento.

## CONCLUSIONES

Para la producción de tomate criollo la fertilización química y la coiniculación *Azospirillum brassilensis*+ *Trichoderma spp*, presentaron mejores características respecto a el tamaño de planta en consecuencia a una mayor cantidad de racimos sin embargo no se encontraron diferencias en cuanto a el rendimiento, biomasa y calidad externa. Lo que nos hace entender que para una producción mas limpia de tomate criollo es factible utilizar mejor *Azospirillum brassilensis*+ *Trichoderma* en lugar de una fertilización química.

## BIBLIOGRAFIA

- Bello, G. D. Carrera B. E. Díaz M. Y. 2006. Determinación de azúcares reductores totales en jugos mezclados de caña de azúcar utilizando el método de ácido 3,5 dinitrosalicílico. ICIDCA, sobre los derivados de la caña de azúcar Vol. XL. Núm 2. Instituto de Investigación de los Derivados de la caña de azúcar. Cuba. pág. 45-50.
- Ferrera-Cerrato, R., A. Alarcón. 2007. Microbiología Agrícola: hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico y planta-microorganismo. Trillas. México.
- Norma oficial mexicana, NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
- Norma oficial mexicana. NMX-F-102-S-1978. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Norma mexicana. Dirección general de normas.
- Pulido, L. E. Medina, N. y Cabrera, A. 2003. *La biofertilización con bacterias y hongos micorrizicos arbusculares en la producción de posturas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y cebolla (*Allium cepa* L.)*. I. crecimiento vegetativo. Cultivos Tropicales, Vol. 2 No. 1 pp.15-24.
- San Martín-Hernández, C. Ordaz-Chaparro, V, M. Sánchez-García, P. Betyl Colinas-Leon, M. T. Borges-Gómez, T. 2012. Calidad de tomate (*solanum lycopersicum* l.) producido en hidroponía con diferentes granulometrías de tezontle. Agrociencia 46. 243-254.
- Santillana, V. N. 2006. Producción de biofertilizantes utilizando *Pseudomonas* sp. Ecología Aplicada. 1-2:87-91.
- SIAP. 2011. Cierre de producción agrícola por año; Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. En línea 18 de Noviembre del 2012, [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=52&Itemid=321](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=321).
- Terry-Alonso, Elein. Leyva Á. 2006. Evaluación agrobiológica de la coinoculación de micorrizas-rizobacterias en tomate. Agronomía costarricense. Vol. 30. No. 001. Universidad de Costa Rica, San Jose Costa Rica. Pp.65-73.
- Zárate, N. B. H. 2007. Producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) hidropónico con sustratos, bajo invernadero. Tesis de maestría. Centro interdisciplinario para el desarrollo integral regional-unidad Oaxaca. Instituto politécnico Nacional. Oaxaca México. pag.159.

---

---

## ALTERNATIVAS POBLACIONALES DEL ALGODONERO EN LA COMARCA LAGUNERA PARA AUMENTAR RENDIMIENTO DE FIBRA

**Miguel Palomo-Rodríguez<sup>1</sup>, Juan Carlos Carmona Navarrete<sup>1</sup>,  
Rodolfo Faz Contreras<sup>1</sup> y José de Jesús Espinoza Arellano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).  
Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila, México.  
E-mail: palomo.miguel@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 15 años el INIFAP generó tecnología de producción que ha permitido aumentar los rendimientos unitarios de algodón México, sobre todo en la Comarca Lagunera y Chihuahua, sin embargo México tiene un déficit de 1.5 millones de pacas al año, para abastecer a la industria textil ya que tan solo se generan cerca de las 500 mil pacas. La problemática que aqueja a los diversos sectores productivos del país en materia tecnológica, se centran en elevados costos de producción y el hecho de que en los últimos 15 años, prácticamente no se ha generado investigación de vanguardia para este cultivo (Palomo-Rodríguez, 2005).

Uno de los componentes susceptibles de ser mejorados e incorporados a los sistemas de producción, con miras a elevar rendimientos, calidad de fibra y rentabilidad, es sin duda la población final establecida en las parcelas de cultivo, (Darawsheh *et al.*, 2009; Enríquez-Sánchez *et al.*, 2007; Palomo-Gil *et al.*, 2000); investigaciones realizadas previamente en la Comarca Lagunera indican que las adopciones de la tecnología liberada por INIFAP, se ha adoptado en su totalidad para tres riegos de auxilio y surco estrecho, sin embargo la población de plantas que predomina en las parcelas de cultivo va desde los 91-110 mil plantas ha<sup>-1</sup>, seguido de 71-90 y 111-130 mil plantas ha<sup>-1</sup>, donde destaca el hecho de que los productores que mayores rendimientos obtienen, poseen densidades de población en el intervalo 111-130 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Palomo-Rodríguez, 2009). Para confirmar las variaciones poblacionales de algodónero y asociadas con rendimiento, es necesario establecer estudios que permitan tener una mayor claridad de estos eventos.

Por lo anterior el objetivo del presente estudio, fue evaluar densidades de población de algodónero en surcos estrechos, para definir la mejor alternativa de manejo en la producción y calidad de fibra.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los estudios se establecieron en las instalaciones del INIFAP-Campo Experimental La Laguna, ubicado geográficamente en las coordenadas 25° 31'44.72" N y 103° 14'34.70" O a una altitud de 1115 msnm. Los factores de estudio fueron: a) distancia entre surcos (0.76, 0.63 y 0.50 m) y b) tres densidades de población (alta, media y baja), para ello se utilizó la variedad convencional Fibermax 958; al momento de la siembra se fertilizó la mitad del nitrógeno y el total del fósforo. La dosis de fertilización empleada fue 120-60-00. En el manejo fitosanitario del cultivo se realizaron inspecciones periódicas para determinar el momento de las aplicaciones químicas, sobre todo para gusano falso medidor en las primeras etapas de desarrollo del cultivo y mosquita blanca.

El riego de superficie se aplicó en multi-compuestas, con el propósito de aforar los volúmenes de agua y obtener las eficiencias de transformación del agua (ETA) para cada sistema de producción como estrategia para consolidar el uso del agua en la Comarca Lagunera. Se determinó la calidad de fibra en un equipo HVI para cada parcela experimental y los parámetros determinados fueron: longitud, resistencia, finura, porcentaje de fibra, índice de semilla, índice de maduración, uniformidad, índice de fibra corta, elongación, clasificación por color y grado de basura.

Los trabajos generados en el estudio se realizaron en su totalidad de manera mecanizada, de manera que las opciones generadas pueden ser adoptadas en su totalidad de manera comercial y sin ningún inconveniente.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

*Rendimiento de algodón.*- La tecnología que utilizan los productores corresponde para surcos estrechos (0.76 m) y poblaciones de 100-110 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Las mejores opciones tecnológicas generadas y con las cuales es posible aumentar los rendimientos, se obtuvieron con surcos sembrados a 0.63 m y con una densidad de población de 240 mil plantas ha<sup>-1</sup>, seguida de siembras en surcos a 0.50 m con poblaciones de 154 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Una tercera opción tecnológica señala que es posible aumentar hasta en media paca los rendimientos del algodón al sembrarlo en surcos con distanciamiento de 0.63 m y 144 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Cuadro 1).

*Longitud – Resistencia y finura de fibras.*- Se encontraron variaciones para longitud de fibra en la distancia de 0.63 m y 0.50 m, en ambos casos para la población de 154 mil plantas ha<sup>-1</sup> donde la longitud sube de 1<sup>1/8</sup> a 1<sup>5/32</sup>; para las siembras realizadas en surco convencional (0.76 m) y para las poblaciones, alta, media y baja, no se registraron diferencias en la resistencia de

fibra, ya que todas corresponden a la clase promedio, incluido el tratamiento de alta densidad de población de las siembras correspondientes a surcos de 0.63 m. El resto de los tratamientos de estudio ofrecen una clasificación por resistencia que corresponde a resistente. Este parámetro es la fuerza requerida para romper una fibra o un haz de fibras en ocasiones llamada carga de rotura, donde la medición es gramos de fuerza por unidad tex.

Cuadro 1. Rendimiento de algodón hueso en tres sistemas de siembra y tres densidades de población para una variedad convencional en la Comarca Lagunera, INIFAP-CELALA.

Distancia entre surcos (m)	Población (miles ha <sup>-1</sup> )	1ª. Pica	2ª. Pica	Total
		Algodón hueso (kg ha <sup>-1</sup> )		
0.76	108	4,070	1,035	5,105
	97	5,006	709	5,715
	86	5,144	524	5,668
0.63	240	5,446	1,132	6,578
	144	5,310	637	5,947
	112	5,162	740	5,902
0.50	234	4,288	854	5,142
	154	6,120	424	6,544
	140	4,028	1,140	5,168

El índice de micronaire o finura, el rango de clasificación corresponde al óptimo; pequeñas variaciones en éste parámetro nos indican diferencias para la población de 234 y 154 mil plantas ha<sup>-1</sup> en la modalidad 0.63 m, así como para las poblaciones 234 y 154 mil plantas ha<sup>-1</sup>, en la modalidad de surcos de 0.50m.

El índice de maduración señala que todas las muestras de la investigación, poseen una clase madura, sin variantes para los tratamientos de estudio; así también la uniformidad de la longitud de la fibra destaca que todas las muestras corresponden a una clasificación alta, excepto el testigo de 108 mil plantas ha<sup>-1</sup>, sembrado a 0.76 m de separación entre surcos, donde la clasificación es intermedia.

Para el índice de fibra corta se tiene que todas las muestras de la investigación ingresadas al laboratorio y equipo HVI, poseen una clasificación baja, excepto el tratamiento de alta densidad poblacional que corresponde a surcos separados a 0.63 m y población de 240 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Para elongación de la fibra, se tiene que en todos los casos se registra una clasificación muy alta del porcentaje de elongación, excepto para el tratamiento testigo, donde la clasificación es alta para este parámetro.



*Color:* De acuerdo con el USDA (1999), el color del algodón es determinado por el grado de reflectancia (Rd) y amarillez (+b). La reflectancia indica cuánto brillo o apagamiento tiene una muestra y la amarillez indica el grado de pigmentación de color. Es usado un código de color de tres dígitos. El código de color está determinado por la localización del punto en el cual intersectan los valores Rd y +b sobre el diagrama para algodón Upland del colorímetro de algodón Nickerson - Hunter. El color de las fibras de algodón puede ser afectado por lluvias, heladas, insectos y hongos, y por manchado a través del contacto con el suelo, pastos, u hojas de la planta de algodón. El color también puede ser afectado por niveles excesivos de humedad y temperatura mientras el algodón está siendo almacenado, antes y después del despepito (USDA-1999).

Cuadro 2. Indicadores de calidad de fibra del algodón en tres sistemas de siembra y densidades de población para la Comarca Lagunera, INIFAP-CELALA.

Distancia entre surcos (m)	Población (miles ha <sup>-1</sup> )	Indicadores de calidad de fibra		
		Resistencia (g tex <sup>-1</sup> )	Longitud (mm) y (pulgadas)	Finura (Índice de micronaire)
0.76	108	28.125 (Pr)	1.1365 (1 <sup>1/8</sup> )	4.9150 (Gr)
	97	28.475 (Pr)	1.1282 (1 <sup>1/8</sup> )	4.8125 (Gr)
	86	28.250 (Pr)	1.1320 (1 <sup>1/8</sup> )	5.0775 (Gr)
0.63	240	28.425 (Pr)	1.1200 (1 <sup>1/8</sup> )	4.6925 (Pr)
	144	29.025 (Re)	1.1625 (1 <sup>5/32</sup> )	4.6550 (Pr)
	112	29.050 (Re)	1.1385 (1 <sup>1/8</sup> )	5.0600 (Gr)
0.50	234	29.825 (Re)	1.1392 (1 <sup>1/8</sup> )	4.6375 (Pr)
	154	29.224 (Re)	1.1570 (1 <sup>5/32</sup> )	4.6200 (Pr)
	140	29.500 (Re)	1.1250 (1 <sup>1/8</sup> )	5.0425 (Gr)
Clasificación		Pr = Clase promedio Re = Clase resistente	- - -	Pr = Clase promedio Gr = Clase gruesa

Para color de fibra se pueden hacer las siguientes observaciones: a) para siembras de surco convencional (0.76 m), predomina la clase de color 31-1 (Middling) para altas y bajas densidades de población; b) en siembras de algodón en surcos a 0.63 m predomina nuevamente la clase 31-1 (Middling), sobre todo para poblaciones de 112 y 144 mil plantas ha<sup>-1</sup>, sin embargo en poblaciones de 240 mil plantas ha<sup>-1</sup>, la clasificación 31-1 es compartida con las clases 21-1 y 21-4 (Strict Middling); c) finalmente para siembras del algodón en surcos de

0.50 m de separación, predomina nuevamente la clase 31-1 y 31-2 (Middling) en poblaciones de 234 mil plantas ha<sup>-1</sup>, en tanto para poblaciones de 140 a 154 mil plantas ha<sup>-1</sup> se registran clases 21-2 (Strict Middling).

### **CONCLUSIONES**

1. La mejor opción tecnológica generadas y con las cuales es posible aumentar los rendimientos, se obtuvo con surcos sembrados a 0.63 m y con una densidad de población de 240 mil plantas ha<sup>-1</sup>.
2. La segunda opción tecnológica corresponde a siembras en surcos a 0.50 m con poblaciones de 154 mil plantas ha<sup>-1</sup>.
3. Una tercera opción tecnológica señala que es posible aumentar rendimiento del algodón al sembrarlo en surcos con distanciamiento de 0.63 m y 144 mil plantas ha<sup>-1</sup>.
4. Los indicadores de calidad de fibra señalan que la mejor opción tecnológica (0.63 m entre surcos y 240 mil plantas ha<sup>-1</sup>, la resistencia de fibra y longitud se mantienen estables, esto al compararlas con siembras convencionales de 0.76 m entre surcos y 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>.
5. El índice de maduración señala que todas las muestras de la investigación, poseen una clase madura, sin variantes para los tratamientos de estudio.
6. Para uniformidad de la longitud de fibra, destaca que todas las muestras corresponden a una clasificación alta, excepto el testigo de 108 mil plantas ha<sup>-1</sup>, sembrado a 0.76 m de separación entre surcos, donde la clasificación es intermedia.
7. Para el índice de fibra corta todas las muestras de la investigación poseen una clasificación baja, excepto el tratamiento de alta densidad poblacional que corresponde a surcos separados a 0.63 m y población de 240 mil plantas ha<sup>-1</sup>.
8. Para elongación de la fibra, se tiene que en todos los casos se registra una clasificación muy alta del porcentaje de elongación, excepto para el tratamiento testigo, donde la clasificación es alta para este parámetro.
9. Para color de fibra se tiene que en siembras de surco convencional (0.76 m), predomina la clase de color 31-1 (Middling) para altas y bajas densidades de población; en tanto siembras de algodón en surcos a 0.63 m predomina nuevamente la clase 31-1 (Middling), sobre todo para poblaciones de 112 y 144 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Darawsheh M. K., Khah E. M., Aivalakis G., Chachalis D., and Sallaku F. 2009. Cotton row spacing and plant density cropping systems. I. Effects on accumulation and partitioning of dry mass and LAI. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol. 7 (3 & 4): 258-261
- Enríquez-Sánchez, M., Segura C. M., Preciado R. P., Orozco V. J., Yescas C. P., y De Ávila V. C. 2007. Producción de algodón en doble y triple hilera con riego por goteo subsuperficial. *Terra Latinoamericana* 25 (2):155-161
- Palomo-Gil., A., A. Gaytán M. y S. Godoy A. 2000. Efecto de los riegos de auxilio y densidad de población en el rendimiento y calidad de la fibra del algodón. *Terra* 19: 265-271.
- Palomo-Rodríguez M. 2005. Tecnología del uso eficiente del agua en surcos estrechos para algodónero. *Memorias del Simposium "Asociaciones de colaboración binacional para la conservación del agua en la Región Paso del Norte"*. INIFAP-Environmental Defense. Ciudad Juárez México, p. 86-90
- Palomo-Rodríguez M. 2009. Eficiencia del manejo de altas densidades de población para algodónero en la Comarca Lagunera. *Memoria de la XXI Semana Internacional de Agronomía, FAZ-UJED*, p. 893-897

## RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE INVERNAL OBTENIDO CON DIFERENTES VARIEDADES DE TRIGO CULTIVADAS EN DURANGO

Jesús López Hernández<sup>1\*</sup>, Rigoberto Rosales Serna<sup>1</sup>, Rafael Jiménez Ocampo<sup>1</sup>, María Virginia Montelongo Torres<sup>2</sup>, Pablo Alfredo Domínguez Martínez<sup>1</sup>, Cynthia Adriana Nava Berumen<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo. México. C. P. 34170. Tel. 618-8260426, ext. 205. \*lopez.jesus@inifap.gob.mx. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. km 22.5 Carretera Durango-México. Villa Montemorelos, Dgo., México. C. P. 34371. <sup>3</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UJED. km 11.5 Carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo. México. C. P. 34170.

### INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum*) es uno de los principales cultivos de invierno en Durango debido a su adaptación a bajas temperaturas y rendimiento de grano aceptable (4.1 t ha<sup>-1</sup>) (SIAP, 2014). Esta especie puede utilizarse también en la producción de forraje verde, ensilado y henificado (Beck *et al.*, 2009), lo cual mejoraría la alimentación del ganado durante la época seca del año. En 2012, se establecieron en Durango 49 ha con trigo forrajero y se obtuvo un rendimiento promedio de 23 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2014). Se ha demostrado que el trigo posee un alto potencial forrajero, lo cual permite reducir costos de alimentación y con ello se puede incrementar la competitividad de los productores agropecuarios de Durango (López *et al.*, 2012). A pesar de su productividad, el forraje de trigo tiene que ser evaluado con base en la calidad forrajera registrada en un sitio en particular, lo cual incluye el análisis químico proximal, contenido de fibras y estudios de digestibilidad.

En 2010, se seleccionaron visualmente en Durango tres líneas mejoradas de trigo con base en la altura de la planta y relación hoja/tallo (López *et al.*, 2012). Es necesario validar estas variedades de trigo para seleccionar aquellas que muestren la mayor producción de forraje y que éste sea de alta calidad nutricia para el ganado bovino. Algunos criterios importantes en la evaluación de la calidad de los forrajes son el análisis químico proximal (AOAC, 1990) y las pruebas de digestibilidad (Giraldo *et al.*, 2007). Con base en los resultados de la validación del rendimiento y calidad se seleccionarán variedades de trigo que incrementen la disponibilidad de forraje y contribuyan en el mejoramiento de productividad pecuaria en Durango. El objetivo fue evaluar el rendimiento y la digestibilidad del forraje invernal en tres variedades mejoradas de trigo cultivadas bajo riego en Durango.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembraron tres variedades de trigo (TD 3, TD 4 y TD 5) desarrolladas en Durango. La siembra se realizó el 4 de octubre de 2013 en Durango, Dgo, para lo cual se utilizaron franjas apareadas de 10 m de ancho y 50 m de longitud. Se utilizó la sembradora Aitchinson grassfarmer 1414C, la cual establece hileras de plantas con una distancia de 0.15 m. Se sembró con la humedad proporcionada por las lluvias de la temporada y se aplicaron ocho riegos de auxilio para cumplir con el requerimiento hídrico del cultivo. Se fertilizó con la dosis 180-60-00 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), aplicada en tres partes: al momento de la siembra (60-60-00), 94 días después de la siembra (DDS) (60-00-00) y 168 DDS (60-60-00).

Para el control de la maleza se realizó una aplicación de herbicida 2,4-D: sal dimetilamina del ácido 2,4-Diclorofenoxiacético. Además, se realizaron tres deshierbes manuales para el control de malva (*Malva* sp.) y quelite cenizo (*Chenopodium* sp.). Se realizaron tres muestreos (75 DDS, 109 DDS y 147 DDS) para determinar el rendimiento de forraje verde, forraje seco y digestibilidad *in vitro*. La digestibilidad verdadera *in vitro* se evaluó con base en las recomendaciones del fabricante del equipo DAISY<sup>II</sup>® (Ankom Technology, Macedon, N. Y. USA). El análisis de la varianza se obtuvo con base en un diseño en bloques completos al azar con tres tratamientos y seis repeticiones (dos en el caso de los análisis de digestibilidad). La comparación de medias se obtuvo mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos para la producción de forraje verde acumulado en el primer y tercer muestreo (Figura 1). La variedad TD 4 mostró el valor más alto de rendimiento de forraje verde en el primer muestreo (72 t ha<sup>-1</sup>), lo cual le permitió superar significativamente a las variedades TD 3 (58 t ha<sup>-1</sup>) y TD 5 (46 t ha<sup>-1</sup>). En el segundo muestreo todas las variedades resultaron estadísticamente iguales con un rendimiento acumulado de forraje verde cercano a 102 t ha<sup>-1</sup>. En el tercer muestreo la variedad TD 3 registró el rendimiento acumulado de forraje significativamente mayor (151 t ha<sup>-1</sup>), superando al resto de las variedades bajo estudio. La variedad TD 3 mostró alto potencial para la producción de forraje, lo cual le permitió superar ampliamente el promedio estatal registrado en Durango (23 t ha<sup>-1</sup>) (SIAP, 2014).

El forraje seco fue también mayor en TD 3 (13 t ha<sup>-1</sup>), en el primer muestreo y fue superado estadísticamente en el segundo muestreo por la variedad TD 5 (29 t ha<sup>-1</sup>) (Figura 2). Durante el tercer muestreo se observó igualdad estadística para la acumulación de forraje seco y los valores fluctuaron entre 40 t ha<sup>-1</sup> para la variedad TD 3 y 33 t ha<sup>-1</sup> en TD 4. La variedad TD 3

resultó sobresaliente por la alta producción de forraje verde y mostró acumulación aceptable de forraje seco.

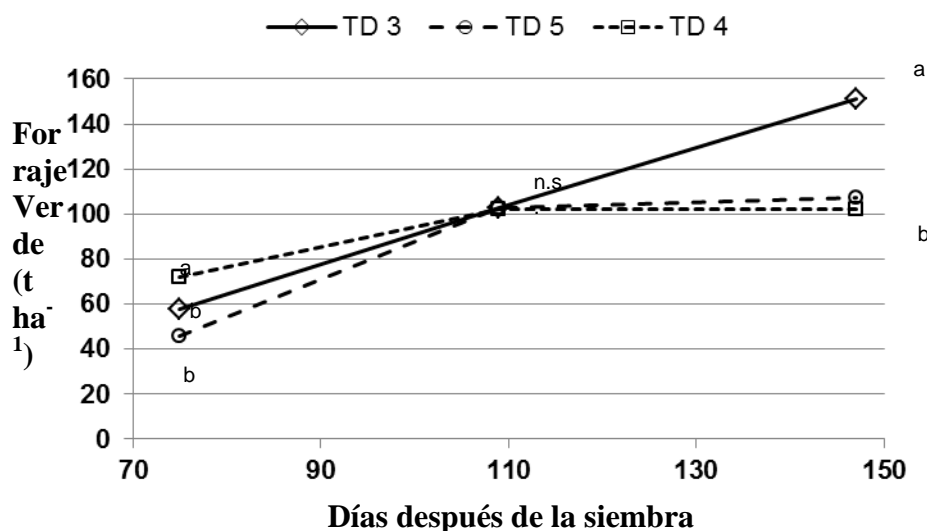


Figura 1. Rendimiento de forraje verde en tres variedades de trigo cultivadas en Durango en el invierno 2013-2014.

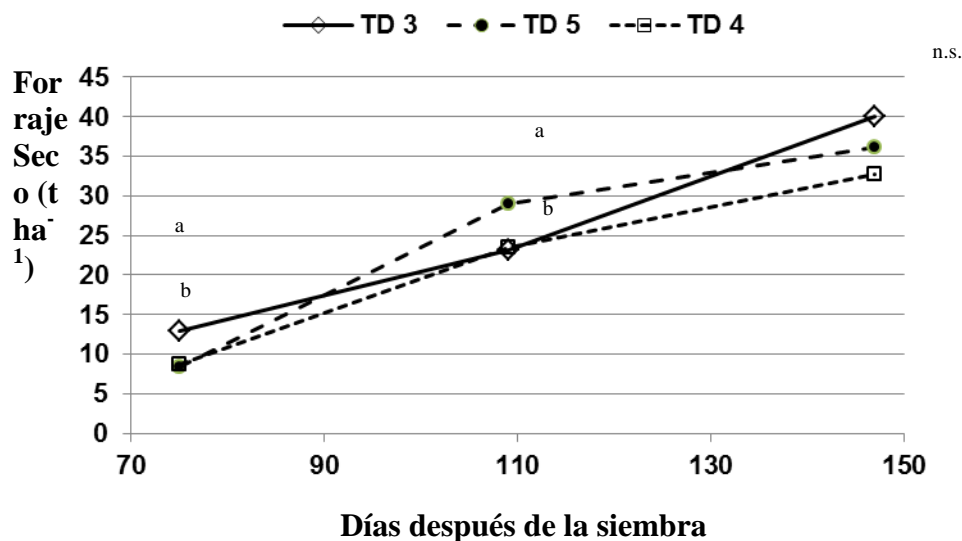


Figura 2. Rendimiento de forraje seco en tres variedades de trigo cultivadas en Durango en el invierno 2013-2014.

La digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia seca fue estadísticamente igual entre variedades, con un promedio de 81.2 % en el primer muestreo, 71.4 % en el segundo y 65.9 % en el tercero (Cuadro 1). Los valores obtenidos en este estudio, especialmente en el primer muestreo, fueron altos en comparación con los mostrados en otros reportes (Coria *et al.*, 2014)

donde se registraron valores de 67.2 a 69.3 %. En otros estudios se registró digestibilidad entre 28.2 % (paja de trigo) y 76.8 % en trigo usado para el pastoreo directo (Mader y Horn, 1986). En la evaluación de variedades de trigo y otras especies se observaron valores de digestibilidad entre 68.4 % y 84.8 % (Horn *et al.*, 1981; Núñez *et al.*, 2007). La reducción de la digestibilidad del forraje de trigo entre muestreos se debió principalmente a la oportunidad de corte, ya que se ha demostrado que la madurez avanzada disminuye la calidad del forraje, debido al incremento en la proporción de fibra (Beck *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Valores promedio de digestibilidad *in vitro* en variedades de trigo cultivadas en invierno. Durango, México. 2013-2014.

Variedad	Días Después de la Siembra			Promedio
	75	108	141	
	Digestibilidad Verdadera ( <i>in vitro</i> ) de la materia seca (%)			
TD 3	87.8	73.5	68.6	76.6
TD 4	73.5	69.8	67.1	70.1
TD 5	83.3	71.0	62.0	72.1
Promedio	81.2	71.4	65.9	

## CONCLUSIONES

Se seleccionó la variedad de trigo TD 3, la cual puede utilizarse en la obtención de alto rendimiento de forraje verde y henificado durante el invierno en Durango. Es necesario reiterar la recomendación para que los productores realicen el corte de forraje de trigo al inicio de la etapa reproductiva (aparición de espiga), con el fin de mantener alta la digestibilidad. El trigo, es una buena opción para producir forraje en invierno para las condiciones climáticas de Durango.

## BIBLIOGRAFÍA

- Beck, P. A.; C. B. Stewart; H. C. Gray; J. L. Smith; S. A. Gunter. 2009. Effect of wheat forage maturity and preservation method on forage chemical composition and performance of growing calves fed mixed diets. *J. Anim. Sci.* 87: 4133-4142.
- Coria, M.; H. Laborde; M. Arzadún. 2014. Recría con ensilaje y pastoreo de trigo. Aspectos nutricionales. INTA-CERBAS. Argentina. Documento en línea, consultado 28/06/2014. [http://inta.gob.ar/documentos/recria-con-ensilaje-y-pastoreo-de-trigo.-aspectos-nutricionales/at\\_multi\\_download/file/8.%20ganaderia\\_aspectos\\_nutricionales.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/recria-con-ensilaje-y-pastoreo-de-trigo.-aspectos-nutricionales/at_multi_download/file/8.%20ganaderia_aspectos_nutricionales.pdf).
- Horn, G. W.; W. E. McMurphy; R. L. Mitchell. 1981. Forage production and digestibility of small grain forages. *Anim. Sci. Res. Rpt.* pp. 93-94.

López H., J.; R. Rosales S.; R. Jiménez O.; O. G. Núñez M.; S. Arellano A.; A. Castillo R. 2012. Potencial forrajero de cereales de grano pequeño en riego, ciclo otoño-invierno, Durango, México. Memoria del XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética. Monterrey, N. L. México. p. 77.

[Mader, T. L.; G. W. Horn. 1986. Low-quality roughages for steers grazing wheat pasture. II. Effect of wheat forage intake and utilization. J. Anim. Sci. 62: 1113-1119.](#)

[Núñez H., G.; R. Faz C.; J. G. Martínez R. 2007. Sistemas de producción de triple cosecha anual de forraje para la Región Lagunera. AGROFAZ 7\(3\): 1-12.](#)

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2014. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado el 27 de junio de 2014.



## **RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO BAJO LA ADICIÓN DE ÁCIDO HÚMICO Y ALGAENZIMAS.**

**Victoria Jared Borroel García<sup>1</sup>, Héctor Zermeño González<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Estudiante de Postgrado en Ciencias Agrarias de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez Km. 2. 27059, Torreón, Coahuila, México. <sup>2</sup>Profesor Investigador del Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón-San Pedro km 7.5. Torreón, Coahuila, México.

vickybg79@yahoo.com.mx, zermegon@yahoo.com.mx

### **INTRODUCCIÓN**

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales más utilizados para consumo humano y animal. En términos de recepción de ingresos es el tercer cultivo más importante en el mundo, sembrándose 129 millones de hectáreas (ha) [9]. La necesidad de buscar nuevas alternativas para abaratar costos de producción principalmente del ganado lechero, hacen necesario realizar estudios, en uno de los cultivos de mayor demanda como lo es el maíz forrajero [8]. El cultivo del maíz para producción de forraje es de gran importancia por su calidad y por las explotaciones ganaderas principalmente por su contenido energético y menor costo que otros cultivos forrajeros [4]. Las sustancias húmicas en la actualidad tienen gran importancia debido a las funciones que pueden ejercer en la disponibilidad de nutrientes actuando como agente quelatante. Se han observado efectos positivos en la aplicación de estos, ya que estimula el desarrollo de plantas [5], el ácido húmico tiene la capacidad de activar los procesos bioquímicos en plantas, como la respiración y fotosíntesis, incrementando el contenido de clorofila, crecimiento de organismos del suelo, desarrollo de raíces, calidad y aumento en el rendimiento de muchas plantas [1]. El uso de algas como biofertilizante tiene la finalidad de incrementar el rendimiento de los cultivos y disminuir los costos de producción [3]. El objetivo del presente trabajo es incrementar el rendimiento de maíz forrajero mediante la aplicación de ácido húmico y alga enzimas en la Comarca Lagunera.

#### **A. Localización del sitio experimental.**

El estudio se realizó durante el ciclo agrícola primavera – verano del año 2011 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Localizada sobre el periférico Raúl López Sánchez km 40 que conduce a Gómez Palacio, Durango y carretera a Santa Fe. El sitio experimental se encuentra localizado a una altitud de 1123 msnm, en valores medios de 25° 31´ 11’’ latitud norte y 103° 25´ 57’’ longitud oeste. Predominando un clima muy seco semicálido (BWH), con una precipitación y temperatura promedio anual de

260.7 mm y 20.9°C respectivamente. Los meses más calurosos son de mayo a agosto y los meses más fríos son diciembre y enero, con régimen de lluvias en verano e invierno fresco [7].

#### B. Diseño y parcela experimental.

Se utilizó un diseño experimental bloques al azar, evaluando 20 tratamientos con tres repeticiones, estos fueron evaluados en un arreglo combinatorio y obtenidos de un factorial completo 5 x 2 x 2, que consistieron de cinco híbridos de maíz, dos niveles de ácido húmico y dos niveles de algaenzimas. El área experimental fue de 600 m<sup>2</sup>, 20 surcos establecidos a 0.75 m entre éstos y una longitud de 40 m, cada uno de los híbridos fue sembrado en cuatro surcos, el tamaño de la parcela experimental fue de 3.0 m de ancho por 3.33 m (10 m<sup>2</sup>), donde se evaluó la parcela útil de dos surcos centrales de 1.5 m de ancho por 3.33 m (5 m<sup>2</sup>).

#### C. Descripción de los híbridos evaluados.

Se evaluaron cinco híbridos de maíz, el híbrido Cimarrón y Ocelote son considerados como forrajeros y los híbridos Berentsen 302, Caimán y AN423 considerados de doble propósito (forraje y grano).

#### D. Descripción de ácido húmico y algaenzimas.

El ácido húmico utilizado se obtuvo por un proceso de descomposición del estiércol bovino, que tiene la característica de ser alta en su peso molecular, retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico, solubilidad y acción quelatante. Las algaenzimas utilizadas se obtuvieron a base de extractos de algas marinas y un complejo de microorganismos que en forma natural viven asociados, estas tienen la característica de ser catalizadores biológicos y contiene cantidades adecuadas de materia orgánica, proteína, fibra cruda, cenizas, azúcares y grasas, además de macro y micronutrientes.

#### E. Preparación de suelo y siembra.

Antes de realizar la siembra se llevó a cabo la preparación del suelo que consistió en un barbecho, rastreo y surcado con la finalidad de tener las condiciones apropiadas para la emergencia y desarrollo de los híbridos. La siembra se llevó a cabo en el periodo de primavera recomendado para la región Lagunera que correspondió al ocho abril del año 2011, se sembraron a una distancia de 0.12 m entre plantas, esta se llevó a cabo en forma manual colocando una semilla por golpe a 4 cm de profundidad al centro del surco y a un lado de la línea regante, dando una densidad de población de 111 mil plantas por hectárea.

---

#### F. Manejo y calidad del agua de riego.

Se dio un riego de presiembra con una lámina de 15 cm y posteriormente los riegos se realizaron cada tercer día hasta los 90 días después de la siembra (dds) con una lámina de un centímetro. El agua utilizada en los riegos corresponde a una calidad medianamente salina y baja en sodio (C3S1) la cual se puede utilizar adecuadamente en el riego para la mayoría de los suelos.

#### G. Fertilización aplicada.

La fertilización aplicada a los cinco híbridos evaluados fue 140-60-00 de acuerdo a la recomendación del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), no se realiza aplicación de Potasio (K) debido a que los suelos son ricos en este nutrimento, como se muestra en el cuadro descrito anteriormente del análisis del suelo, el Fósforo (P) y el 50 por ciento del Nitrógeno (N) se aplicó al momento de la siembra y el 50 por ciento del N restante a la primer escarda.

#### H. Aplicación y dosis de los tratamientos.

Las aplicaciones se realizaron en la etapa de crecimiento, V4, V5 Y V6 en forma manual con una mochila aspersora con capacidad de 20 L, se hicieron 3 aplicaciones de ácido húmico a los 30, 38 y 46 dds, aplicando la dosis recomendada en el producto de 1 L ha<sup>-1</sup>. La primer aplicación se hizo en la base del tallo de la planta y las dos aplicaciones restantes se realizaron foliarmente. La aplicación de algaenzimas se realizó foliarmente a los 49 dds en una sola dosis de 1 L ha<sup>-1</sup>.

#### I. Variables agronómicas evaluadas y rendimiento del cultivo de maíz.

Para evaluar las variables altura de planta y diámetro de tallo, se utilizó cinta métrica y vernier respectivamente, estas mediciones se realizaron en diez plantas de la parcela útil. El peso fresco del forraje se realizó de forma manual cortando cinco plantas de la parcela útil de cada tratamiento y repetición en la etapa de 1/3 de línea de leche del grano del elote y se pesaron en una báscula romana de resorte marca Nuevo León, para obtener la materia seca las plantas muestreadas, se picaron y mezclaron y posteriormente se tomó una submuestra de 1 kilogramo que se secó a temperatura ambiente hasta alcanzar peso constante.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Rendimiento de forraje verde y materia seca.

Los resultados de los rendimientos obtenidos presentaron diferencia significativa ( $p \leq 0.01$ ) entre los niveles de algaenzimas (Figura 1), de acuerdo a la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) se encontró que el nivel de  $1 \text{ L ha}^{-1}$ , tuvo el rendimiento más alto para la variable forraje verde y materia seca con  $70.60$  y  $19.79 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gabriel en el 2009, donde reporta que hubo un incremento en el rendimiento en el cultivo de palma africana de más de  $8 \text{ t ha}^{-1}$  con una dosis de  $2 \text{ L ha}^{-1}$  de algaenzimas. Resultados similares fueron reportados por Canales en el 2000 donde se incrementó el rendimiento en el cultivo de maíz grano de  $6$  a  $10.4 \text{ t ha}^{-1}$  con dosis de  $1 \text{ L ha}^{-1}$ .

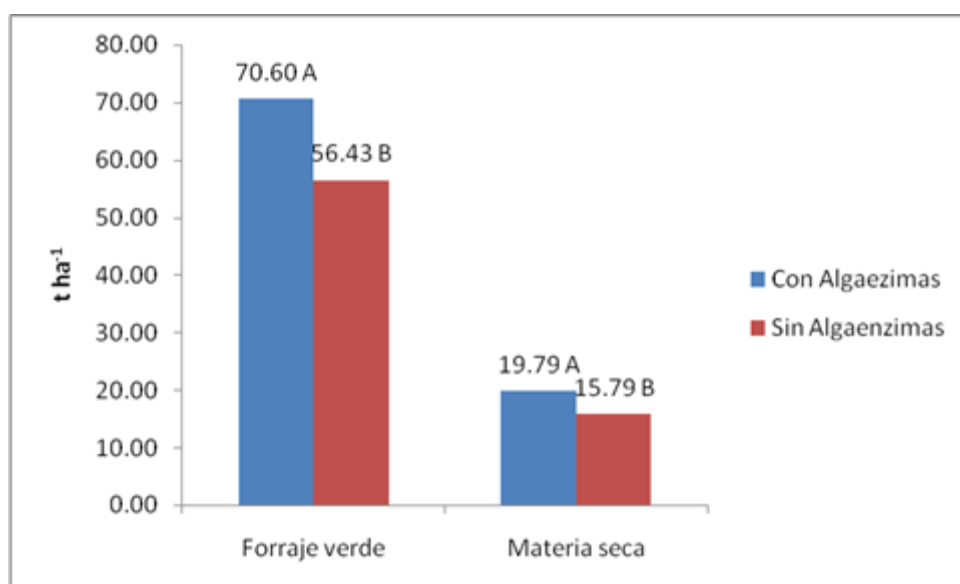


Figura 1. Rendimiento de forraje verde y materia seca con y sin aplicación de algaenzimas.

### B. Altura de planta.

Los resultados obtenidos para la variable altura de planta mostraron diferencia significativa ( $p \leq 0.01$ ) en los híbridos, algaenzimas, ácido húmico y la interacción híbridos con algaenzimas, de acuerdo a la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) (Figura 2) se encontró que de los híbridos evaluados el híbrido Berentsen 302 y Ocelote son estadísticamente superiores con medias de  $243.86$  y  $231.49 \text{ cm}$  respectivamente, siendo el híbrido AN 423 el que presentó la media más baja con  $221.1 \text{ cm}$ ; los niveles de algaenzimas y ácido húmico, sin la aplicación de estos, tuvo los valores más altos con  $236.49$  y  $233.72 \text{ cm}$  respectivamente. Presentó diferencia significativa ( $p \leq 0.01$ ) la interacción híbridos con algaenzimas, de acuerdo a la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) se encontró

que significativamente las mejores interacciones corresponden a los híbridos; B302 y Ocelote sin aplicación de algaenzimas y el híbrido B302 con 1 L ha<sup>-1</sup> algaenzimas, con medias de 254.56, 250.99 y 233.16 cm respectivamente, y las interacciones con altura de planta más baja fueron en los híbridos; Cimarrón y Ocelote con 1 L ha<sup>-1</sup> de algaenzimas con medias de 217.66 y 212 cm respectivamente. Los resultados obtenidos para esta variable son superiores a los reportados por Ayala en el 2013 donde se evaluaron dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de cuatro dosis de extracto de algas marinas teniendo como resultados para la interacción híbrido-algaenzimas altura promedio de 229.11 cm.

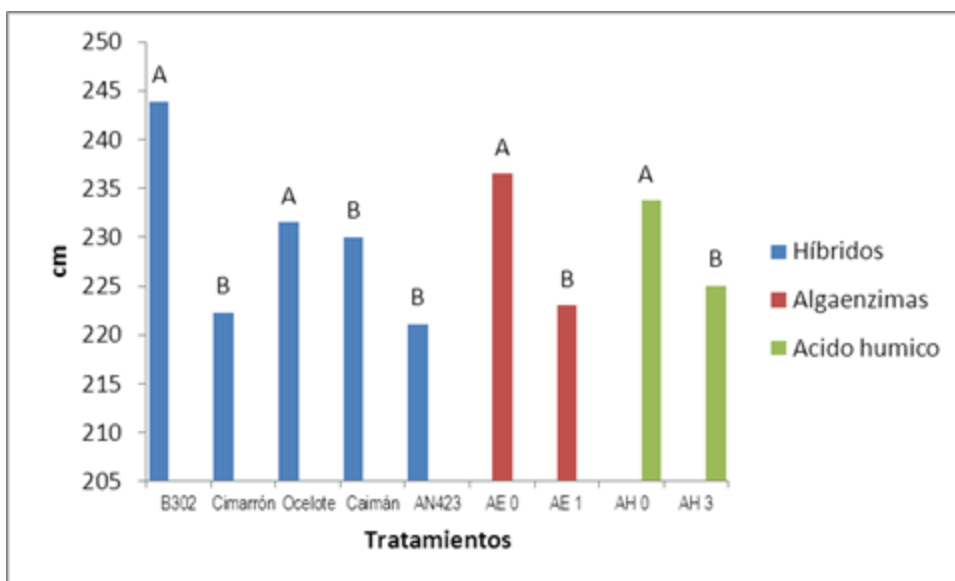


Figura 2. Híbridos, niveles de algaenzimas y niveles de ácido húmico en la variable altura de planta.

### CONCLUSION

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten concluir que los tratamientos evaluados; los niveles de algaenzimas y la interacción híbrido con algaenzimas presentaron diferencia significativa ( $p \leq 0.01$ ), para la variable forraje verde y materia seca, los rendimientos más altos se tuvieron con aplicación de algaenzimas y en la interacción los híbridos Ocelote, Caimán y AN423 con aplicación de algaenzimas y el híbrido Berentsen 302 sin aplicación, con un incremento de rendimiento del 32 % respecto a la media regional. Para la variable altura de planta se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.01$ ) para los efectos principales y la interacción híbrido con algaenzimas; el híbrido Berentsen 302 y Ocelote, sin aplicación de algaenzimas y sin aplicación de ácido húmico, presentaron los valores más altos en esta variable; para la

interacción híbrido con algaenzimas, el mejor efecto se tuvo en el híbrido Berentsen 302 y Ocelote sin aplicación de algaenzimas.

### BIBLIOGRAFIA

- A. A. Aganga and S. O. Tshwenyane Lucerne, lablab and Leucaena leucocephala forages: Production and utilization for livestock production. Pakistan Journal of Nutrition 2: 46-53. 2003
- A.L. Ayala G. Evaluación Agronómica de dos híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de cuatro dosis de extracto de algas marinas en El Cantón La Mana. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Cotopaxi. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Pág. 132. 2013.
- B. Canales L. Enzimas-Algas: Posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe Ciencias Sociales y Humanidades. 17: 271 – 276. 2000.
- J. S. Carrillo, D. G. Reta, J. A. Cueto. Híbridos de maíz para producción de forraje en alta densidad de población en la región Lagunera. Memorias de la XIV semana Internacional de Agronomía de la FAZ-UJED. 315-320. 2002.
- H. Félix, R. Sañudo, G. Rojo, R. Martínez y P. Olalde. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai.4: 57-67. 2008.
- L. Gabriel. Efecto de dos dosis de extracto de algas marinas sobre el rendimiento del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq) y servicios prestados en la empresa Indesa, El Estor, Izabal. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Pág. 128. 2009.
- E. García. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Laros S.A. México D.F. Pág.46-52. 1988.
- C. Guerrero, A. Espinoza, A. Palomo, E. Gutiérrez, J. G Luna, N. Rodríguez. Comportamiento genético y aptitud combinatoria en cruza Simple con líneas élite de maíz, comportamiento genético y aptitud combinatoria en cruza Simple con líneas élite de maíz. Universidad y Ciencia 28(1):65-77. 2012.
- M. A. Sánchez, C. U. Aguilar, N. Valenzuela, C. Sánchez, M. C. Jiménez y C. Villanueva. Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. Agronomía mesoamericana 22(2):281-295. 2011.

## **EVALUACIÓN DE CUATRO SORGOS FORRAJEROS EN DOS LOCALIDADES DE LA ZONA DE TEMPORAL DEL ESTADO DE SINALOA.**

**González González Daniel<sup>1\*</sup>; Moreno Hernández Jesús Martín<sup>1</sup>**

INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle de Culiacán, Carretera Culiacán-Eldorado Km. 17.5 Culiacán, Sinaloa. [gonzalez.daniel@inifap.gob.mx](mailto:gonzalez.daniel@inifap.gob.mx).

### **INTRODUCCIÓN**

La producción de carne y leche en condiciones de pastoreo depende en gran medida, en Latinoamérica, de la disponibilidad de gramas nativas o introducidas para regiones generalmente no aptas para uso agrícola intensivo. La agricultura continúa su avance sobre las mejores tierras ganaderas y, a su vez, junto con la ganadería avanza hacia áreas con vegetación no perturbada (San José y Montes, 2001; San José *et al.*, 2003; Baruch, 2005).

En México, la superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en 2012 fue de aproximadamente 2, 207, 844 ha, con una producción de 6 millones 429 mil 311 t de grano y 3 millones 937 mil 931 t de forraje verde. Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo, después de Tamaulipas; se siembran 337 mil 321 ha. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el tercer lugar en producción en México: un millón 284 mil 874 t de grano y 286 mil 488 t de forraje verde de sorgo al año (SIAP, 2012).

Uno de los principales problemas en la ganadería sinaloense es la falta de forraje en cantidad y calidad, para la alimentación del ganado bovino durante todo el año, principalmente en la época de sequía. Tradicionalmente los productores agropecuarios han dependido de los esquilmos de cosecha (maíz y sorgo), para alimentar su ganado en la época de secas. Este sistema tradicional tiene la desventaja de estar sujeto a la gran variabilidad estacional de producción de forraje durante el año, así como también que el pastoreo del forraje de sorgo, permite aprovechar de manera óptima el 40% del forraje disponible. En Sinaloa la población ganadera entre bovinos carne y leche en promedio es de un millón 540 mil 885 cabezas de ganado (SIAP, 2012).

En Sinaloa, las actividades agropecuarias se realizan fundamentalmente bajo condiciones de temporal, en áreas dispersas, localizadas en lomeríos (con suelos delgados y con pendientes de 2 a 25 %), lo anterior, aunado a la mala distribución y cantidad de la lluvia (de 450 a 600

mm), origina que la superficie dedicada a la agricultura no sea apta para la producción rentable de granos. Esta situación ha obligado a los productores a integrar las actividades agrícolas y ganaderas. En la región, desde 1993 se empezó a implementar una nueva tecnología de producción, basada principalmente en la siembra de sorgo forrajero y el uso de prácticas de conservación de forraje, como henificado y ensilaje (Hernández-Espinal *et al.*, 2010a).

Los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa son la sequía, ocasionada por la errática distribución de lluvias y el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad. Considerando que en la entidad el 70 % del sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal, mientras que el 30 % bajo riego, con rendimientos promedio de 1.35 t ha<sup>-1</sup> y 6.83 t ha<sup>-1</sup> de grano, respectivamente; mientras que en sorgo forrajero son de 7.94 t ha<sup>-1</sup> en temporal y 13.60 t ha<sup>-1</sup> en riego (SIAP, 2012), lo cual incide en la obtención de genotipos más eficientes para el aprovechamiento de la humedad disponible del suelo, además el ciclo biológico debe ser más corto o intermedio para adecuarse a la distribución errática de la precipitación pluvial (Hernández-Espinal *et al.*, 2010a; Hernández-Espinal *et al.*, 2010b; Hernández-Espinal *et al.*, 2011a; Hernández-Espinal *et al.*, 2011b).

El empleo de pastos en praderas mejoradas, es marcadamente mayor en las regiones de trópico húmedo al compararse con las zonas de clima tropical seco, pero en general el uso de pastos introducidos no se ha difundido ampliamente entre las diferentes zonas potencialmente ganaderas (Eguiarte *et al.*, 1987).

Las condiciones climáticas en las regiones del trópico seco, determinan la aplicación de criterios específicos para el manejo de los sistemas de producción con ganado en pastoreo, siendo los más importantes: selección del pasto adecuado, dosis y aplicación de fertilizante, sistema de pastoreo, carga animal, establecimiento de programas de suplementación y final mente el aprovechamiento de esquilmos y leguminosas. (Carrete *et al.*, 1986).

Debido a diferentes factores que actualmente afronta la ganadería nacional entre ellos, la mala calidad de las semillas disponibles, con baja pureza, germinación y altos precios en el mercado nacional (Eguiarte, 1984).



## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en tres localidades de la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa, ubicados en el municipio de Choix, con una ubicación geográfica de 26°32'19.23" N y 108°20'33.41" O; y Badiraguato con unas coordenadas de 25°34'33.97" N y 107°41'19.48" O; están localizadas en zona de baja precipitación, en suelo de tipo francos (aluvión), para la preparación de terreno se utilizaron equipos agrícolas tales como: tractor, sembradora tipo cajón hidráulica, rastra, aspersor, palas, carretillas, insumos agrícolas (herbicidas, insecticidas, fertilizantes urea 46-00-00, fosfato mono amónico 11-52-00), Semilla de las variedades sorgo forrajero fueron: Sinaloense, Gavatero, Ensile Max y Hegary, la superficie de terreno por localidad correspondiente a 5,000 m<sup>2</sup> en dos municipios del estado de Sinaloa, los municipios son: Choix y Badiraguato, estas parcelas correspondientes a productores cooperantes.

La metodología mencionada en el párrafo anterior se aplicó en áreas agroecológicas (Trópico semiárido) con bajo potencial productivo que por sus características edafoclimáticas y socioeconómicas permiten el desarrollo y la adopción de la tecnología de agricultura sustentable. Específicamente en aquellas zonas totalmente de temporal. Para el análisis estadísticos se utilizó el paquete SAS V9, con el arreglo de parcelas en franjas, en donde se realizaron cinco muestreos por variedad a los 90-95 días después de la siembra para el caso de los sudanes, cada muestra realizada era de una superficie de 9 m<sup>2</sup> realizando el corte a una altura de 7 cm al nivel del suelo y pesando el forraje cortado en una báscula de reloj utilizando un tripie en el lugar de la parcela.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el análisis estadístico en cuanto a la variable de rendimiento de forraje en base materia verde por año no se encontró diferencia significativa entre las cuatro variedades, aunque de acuerdo a el manejo y las localidades donde se establecieron las parcelas de evaluación los rendimientos promedio de las variedades fueron: 28.5 t ha<sup>-1</sup> FV (forraje verde) para Gavatero, siendo éste el que presentó un mayor rendimiento de forraje, las demás variedades presentaron rendimientos de 28.3 t ha<sup>-1</sup> FV para Ensile Max, 28.2 t ha<sup>-1</sup> FV, para Sinaloense y Hegary quien fue el más bajo en cuanto a rendimiento obteniendo 27.9 t ha<sup>-1</sup> FV en promedio para las dos localidades.

Cuadro 1.- Rendimiento de cuatro variedades de Sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* L. Moench), en cuatro localidades de la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

	Localidades		
	Choix	Badiraguato	Promedio
Ensile Max	28.1 <sup>a</sup>	28.5 <sup>a</sup>	28.3 <sup>a</sup>
Hegary	27.8 <sup>a</sup>	28.0 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>
Sinaloense	28.1 <sup>a</sup>	28.3 <sup>a</sup>	28.2 <sup>a</sup>
Gavatero	28.4 <sup>a</sup>	28.6 <sup>a</sup>	28.5 <sup>a</sup>

Alfa =0.05; C.V= 0.662; DMS=0.7616

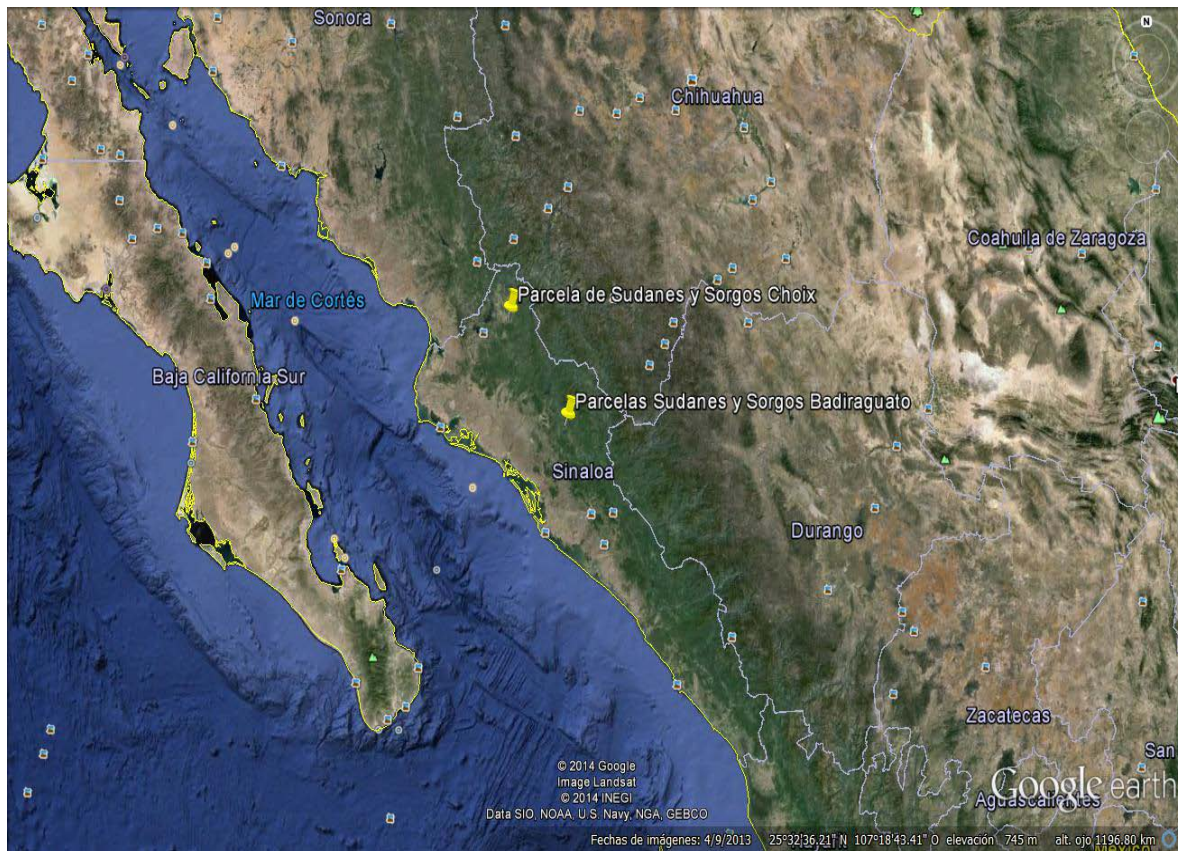


Figura 1.- Localización de parcelas de evaluación de sorgos forrajeros en la zona de temporal del Sinaloa

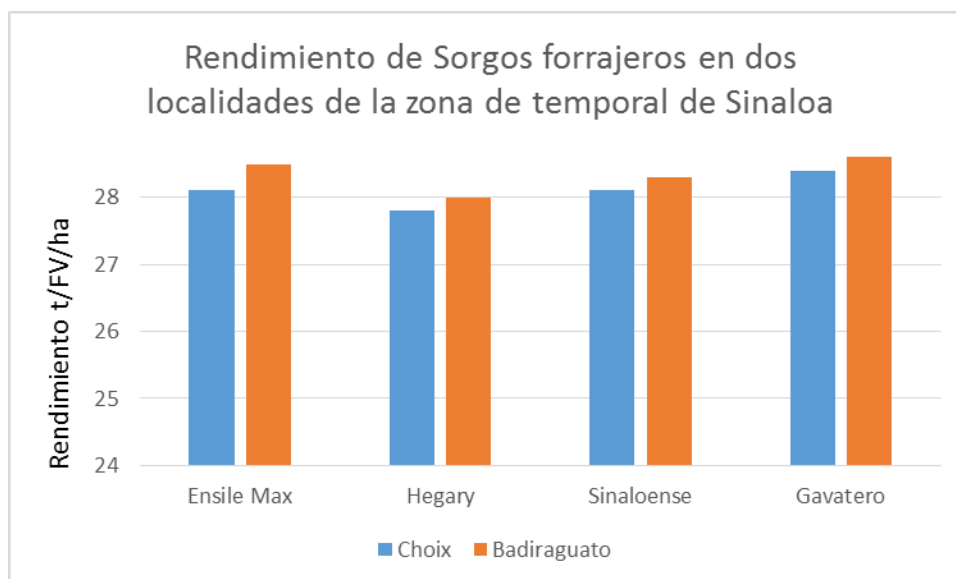


Figura 2.- Rendimiento en forraje verde de tres variedades de sudan en dos localidades de la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

### CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en las dos localidades, las variedades de Gavatero, fue la que mejor respuesta tuvo en la producción de forraje con rendimiento de  $28.5 \text{ t ha}^{-1} \text{ FV}$ , aunque estadísticamente no se observa diferencia significativa entre las cuatro variedades los rendimientos de Ensile Max, Sinaloense y Hegary fueron  $28.3 \text{ t ha}^{-1} \text{ FV}$ ,  $28.2 \text{ t ha}^{-1} \text{ FV}$  y  $27.9 \text{ t ha}^{-1} \text{ FV}$  respectivamente para estas, estos resultados se obtuvieron bajo las condiciones del clima y precipitaciones de los meses de julio-septiembre de 2013, en la dos localidades de zona de temporal del estado de Sinaloa.

### BIBLIOGRAFÍA

- Baruch Z (2005) Vegetation-environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. *Flora 200*: 49-64.
- Carrete CF, Eguiarte JA, Quero AR (1986) Comportamiento de toretes en praderas de estrellaleucaena en la época de secas en el norte de Nayarit. *Mem. Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México*. Pp 119-132.
- Eguiarte V J A, Gonzalez S A, Hernandez V R. Marco de referencia de la ganadería productora de carne en el Sur de Jalisco. Campo Experimental „Clavellinas». SARHINIFAp-CIPEJ. Tuxpan, Jal. 1989. 17.
- Eguiarte V JA. Evaluación de las gramíneas en el trópico seco en: Memorias del X Ciclo Internacional de Ganadería Tropical. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. AMCC. Morelia, Mich. 1984.61 Pl'.
- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. 2010a. Sinaloense-202, nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(5):733-737.

- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. 2010b. Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(5):727-731.
- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Reyes, J. J. E. y Loaiza, M. A. 2011a. Perla-101: nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2(5):779-784.
- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Reyes, J. J. E. y Loaiza, M. A. 2011b. Costeño-201: nueva variedad de sorgo de temporal de doble propósito para Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2(5):785-790.
- San José JJ, Montes RA (2001) Management effects on carbon stocks and fluxes across the Orinoco savannas. *Forest. Ecol. Manag.* 150: 293-311.
- San José JJ, Montes RA, Rocha C (2003) Neotropical savanna converted to food cropping and cattle feeding systems: soil carbon and nitrogen changes over 30 years. *Forest. Ecol. Manag.* 184: 17-32.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. Anuario estadístico de la producción agrícola 2011 en México. El cultivo de sorgo. SAGARPA. URL: <http://www.siap.gob.mx>.

---

---

## EVALUACIÓN DE TRES VARIETADES DE SUDANÉS DOS LOCALIDADES DE LA ZONA DE BAJA PRECIPITACIÓN DEL ESTADO DE SINALOA.

**González González Daniel<sup>1\*</sup>; Gastelum Delgado Miguel Ángel<sup>2</sup>; Reyes Jiménez Juan Esteban,<sup>1</sup> Loaiza Meza Alfredo<sup>1</sup>**

INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle de Culiacán, Carretera Culiacán-Eldorado Km. 17.5 Culiacán, Sinaloa, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Carretera Culiacán-Eldorado Km. 16.5 Culiacán, Sinaloa. [gonzalez.daniel@inifap.gob.mx](mailto:gonzalez.daniel@inifap.gob.mx).

### INTRODUCCIÓN

La producción de carne y leche en condiciones de pastoreo depende en gran medida, en Latinoamérica, de la disponibilidad de gramas nativas o introducidas para regiones generalmente no aptas para uso agrícola intensivo. La agricultura continúa su avance sobre las mejores tierras ganaderas y, a su vez, junto con la ganadería avanza hacia áreas con vegetación no perturbada (San José y Montes, 2001; San José *et al.*, 2003; Baruch, 2005).

En México, la superficie sembrada de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en 2012 fue de aproximadamente 2, 207, 844 ha, con una producción de 6 millones 429 mil 311 t de grano y 3 millones 937 mil 931 t de forraje verde. Sinaloa ocupa el segundo lugar nacional en superficie sembrada de sorgo, después de Tamaulipas; se siembran 337 mil 321 ha. En cuanto a producción, Sinaloa ocupa el tercer lugar en producción en México: un millón 284 mil 874 t de grano y 286 mil 488 t de forraje verde de sorgo al año (SIAP, 2012).

Uno de los principales problemas en la ganadería sinaloense es la falta de forraje en cantidad y calidad, para la alimentación del ganado bovino durante todo el año, principalmente en la época de sequía. Tradicionalmente los productores agropecuarios han dependido de los esquilmos de cosecha (maíz y sorgo), para alimentar su ganado en la época de secas. Este sistema tradicional tiene la desventaja de estar sujeto a la gran variabilidad estacional de producción de forraje durante el año, así como también que el pastoreo del forraje de sorgo, permite aprovechar de manera óptima el 40% del forraje disponible. En Sinaloa la población ganadera entre bovinos carne y leche en promedio es de un millón 540 mil 885 cabezas de ganado (SIAP, 2012).

En Sinaloa, las actividades agropecuarias se realizan fundamentalmente bajo condiciones de temporal, en áreas dispersas, localizadas en lomeríos (con suelos delgados y con pendientes de 2 a 25 %), lo anterior, aunado a la mala distribución y cantidad de la lluvia (de 450 a 600

mm), origina que la superficie dedicada a la agricultura no sea apta para la producción rentable de granos. Esta situación ha obligado a los productores a integrar las actividades agrícolas y ganaderas. En la región, desde 1993 se empezó a implementar una nueva tecnología de producción, basada principalmente en la siembra de sorgo forrajero y el uso de prácticas de conservación de forraje, como henificado y ensilaje (Hernández-Espinal *et al.*, 2010a).

Los principales problemas que enfrenta el cultivo del sorgo en Sinaloa son la sequía, ocasionada por la errática distribución de lluvias y el escaso uso de prácticas de conservación y aprovechamiento de la humedad. Considerando que en la entidad el 70 % del sorgo se cultiva bajo condiciones de temporal, mientras que el 30 % bajo riego, con rendimientos promedio de 1.35 t ha<sup>-1</sup> y 6.83 t ha<sup>-1</sup> de grano, respectivamente; mientras que en sorgo forrajero son de 7.94 t ha<sup>-1</sup> en temporal y 13.60 t ha<sup>-1</sup> en riego (SIAP, 2012), lo cual incide en la obtención de genotipos más eficientes para el aprovechamiento de la humedad disponible del suelo, además el ciclo biológico debe ser más corto o intermedio para adecuarse a la distribución errática de la precipitación pluvial (Hernández-Espinal *et al.*, 2010a; Hernández-Espinal *et al.*, 2010b; Hernández-Espinal *et al.*, 2011a; Hernández-Espinal *et al.*, 2011b).

El empleo de pastos en praderas mejoradas, es marcadamente mayor en las regiones de trópico húmedo al compararse con las zonas de clima tropical seco, pero en general el uso de pastos introducidos no se ha difundido ampliamente entre las diferentes zonas potencialmente ganaderas (Eguiarte, *et al.* 1987).

Las condiciones climáticas en las regiones del trópico seco, determinan la aplicación de criterios específicos para el manejo de los sistemas de producción con ganado en pastoreo, siendo los más importantes: selección del pasto adecuado, dosis y aplicación de fertilizante, sistema de pastoreo, carga animal, establecimiento de programas de suplementación y final mente el aprovechamiento de esquilmos y leguminosas. (Carrete *et al.*, 1986).

Debido a diferentes factores que actualmente afronta la ganadería nacional entre ellos, la mala calidad de las semillas disponibles, con baja pureza, germinación y altos precios en el mercado nacional (Eguiarte, 1984).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en tres localidades de la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa, ubicados en el municipio de Choix, con una ubicación geográfica de 26°32'19.23" N y

---

108°20'33.41" O; y Badiraguato con unas coordenadas de 25°34'33.97" N y 107°41'19.48" O; están localizadas en zona de baja precipitación, en suelo de tipo francos (aluvión), para la preparación de terreno se utilizaron equipos agrícolas tales como: tractor, sembradora tipo cajón hidráulica, rastra, aspersor, palas, carretillas, insumos agrícolas (herbicidas, insecticidas, fertilizantes urea 46-00-00, fosfato mono amónico 11-52-00), Semilla de las variedades sudan Sweet Bite I, Sweet Bite II y GW-300, la superficie de terreno por localidad correspondiente a 5,000 m<sup>2</sup> en dos municipios del estado de Sinaloa, los municipios son: Choix y Badiraguato, estas parcelas correspondientes a productores cooperantes.

La metodología mencionada en el párrafo anterior se aplicó en áreas agroecológicas (Trópico semiárido) con bajo potencial productivo que por sus características edafoclimáticas y socioeconómicas permiten el desarrollo y la adopción de la tecnología de agricultura sustentable. Específicamente en aquellas zonas totalmente de temporal. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete SAS V9, con el arreglo de parcelas en franjas, en donde se realizaron cinco muestreos por variedad a los 60-65 días después de la siembra para el caso de los sudanes, cada muestra realizada era de una superficie de 9 m<sup>2</sup> realizando el corte a una altura de 7 cm al nivel del suelo y pesando el forraje cortado en una báscula de reloj utilizando un tripie en el lugar de la parcela.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis estadístico en cuanto a rendimiento de forraje en base materia verde por año no se encontró diferencia significativa entre las tres variedades, aunque los rendimientos fueron de 20.35 t ha<sup>-1</sup> FV (forraje verde) para Sweet Bite I, 22.75 t ha<sup>-1</sup> FV, para GW-300 y Sweet Bite II con 23.65 t ha<sup>-1</sup> FV para las dos localidades.

Cuadro 1.- Rendimiento de tres variedades de Sudan forrajero en dos localidades de la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

	Localidades		Promedio
	Choix	Badiraguato	
Sweet Bites I	21.3 <sup>a</sup>	19.4 <sup>a</sup>	20.35 <sup>a</sup>
Sweet Bites II	23.2 <sup>a</sup>	24.1 <sup>a</sup>	23.65 <sup>a</sup>
GW-300	21.2 <sup>a</sup>	24.3 <sup>a</sup>	22.75 <sup>a</sup>

Alfa =0.05; C.V= 0.662; DMS=6.38

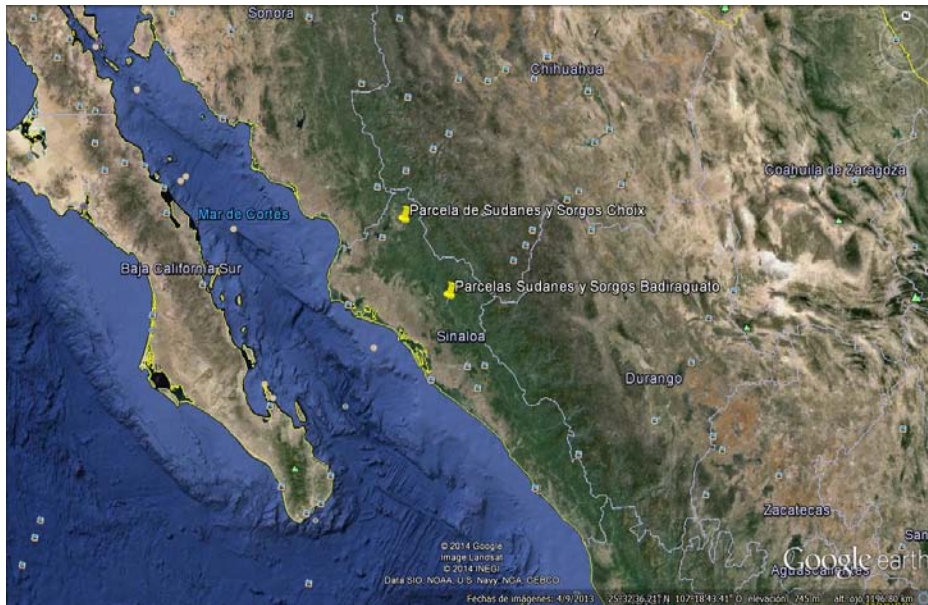


Figura 1.- Localización de parcelas en la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

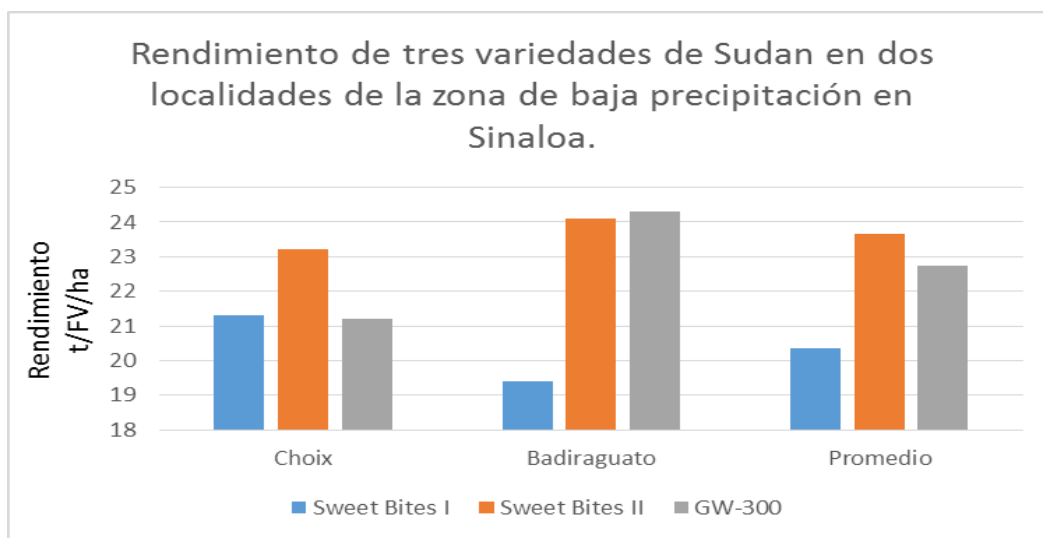


Fig. 2.- Rendimiento en forraje verde de tres variedades de sudan en dos localidades de la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

**CONCLUSIONES.**

De acuerdo con los resultados obtenidos en las dos localidades, las variedades de Sweet Bite II, fue la que mejor respuesta tuvo en la producción de forraje con rendimiento de 23.65 t ha<sup>-1</sup> FV, aunque estadísticamente no se observa diferencia significativa entre las tres variedades los rendimientos de Sweet Bite I y GW-300 fueron de 20.35 t ha<sup>-1</sup> FV y, 22.75 t ha<sup>-1</sup> FV, respectivamente para estas dos últimas. Estos resultados se obtuvieron bajo las condiciones del



clima y precipitaciones de los meses de julio-septiembre de 2013, en la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

### **BIBLIOGRAFÍA.**

- Baruch Z (2005) Vegetation-environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. *Flora* 200: 49-64.
- Carrete CF, Eguiarte JA, Quero AR (1986) Comportamiento de toretes en praderas de estrellaleucaena en la época de secas en el norte de Nayarit. *Mem. Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México*. Pp 119-132.
- Eguiarte V J A, Gonzalez S A, Hernandez V R. Marco de referencia de la ganadería productora de carne en el Sur de Jalisco. Campo Experimental „Clavellinas». SARHINIFAp-CIPEJ. Tuxpan, Jal. 1989. 17.
- Eguiarte V JA. Evaluación de las gramíneas en el trópico seco en: Memorias del X Ciclo Internacional de Ganadería Tropical. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. AMCC. Morelia, Mich. 1984.61 P!.
- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. 2010a. Sinaloense-202, nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(5):733-737.
- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Loaiza, M. A. y Reyes, J. J. E. 2010b. Gavatero-203, nueva variedad de sorgo forrajero para el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1(5):727-731.
- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Reyes, J. J. E. y Loaiza, M. A. 2011a. Perla-101: nueva variedad de sorgo para el estado de Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2(5):779-784.
- Hernández-Espinal, L. A.; Moreno, G. T.; Reyes, J. J. E. y Loaiza, M. A. 2011b. Costeño-201: nueva variedad de sorgo de temporal de doble propósito para Sinaloa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2(5):785-790.
- San José JJ, Montes RA (2001) Management effects on carbon stocks and fluxes across the Orinoco savannas. *Forest. Ecol. Manag.* 150: 293-311.
- San José JJ, Montes RA, Rocha C (2003) Neotropical savanna converted to food cropping and cattle feeding systems: soil carbon and nitrogen changes over 30 years. *Forest. Ecol. Manag.* 184: 17-32.
- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. Anuario estadístico de la producción agrícola 2011 en México. El cultivo de sorgo. SAGARPA. URL: <http://www.siap.gob.mx>.

---

---

## EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) EN ZONA DE BAJA PRECIPITACIÓN DEL ESTADO DE SINALOA.

González González Daniel<sup>1\*</sup>; Reyes Jiménez Juan Esteban,<sup>1</sup> Loiza Meza Alfredo<sup>1</sup>,  
Gastelum Delgado Miguel Ángel<sup>2</sup>

INIFAP-CIRNO, Campo Experimental Valle de Culiacán, Carretera Culiacán-Eldorado Km. 17.5 Culiacán, Sinaloa, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Carretera Culiacán-Eldorado Km. 16.5 Culiacán, Sinaloa. [gonzalez.daniel@inifap.gob.mx](mailto:gonzalez.daniel@inifap.gob.mx).

### INTRODUCCIÓN.

La producción de carne y leche en condiciones de pastoreo depende en gran medida, en Latinoamérica, de la disponibilidad de gramas nativas o introducidas para regiones generalmente no aptas para uso agrícola intensivo. La agricultura continúa su avance sobre las mejores tierras ganaderas y, a su vez, junto con la ganadería avanza hacia áreas con vegetación no perturbada (San José y Montes, 2001; San José *et al.*, 2003; Baruch, 2005).

El empleo de pastos en praderas mejoradas, es marcadamente mayor en las regiones de trópico húmedo al compararse con las zonas de clima tropical seco, pero en general el uso de pastos introducidos no se ha difundido ampliamente entre las diferentes zonas potencialmente ganaderas (Eguiarte *et al.*, 1987).

Las condiciones climáticas en las regiones del trópico seco, determinan la aplicación de criterios específicos para el manejo de los sistemas de producción con ganado en pastoreo, siendo los más importantes: selección del pasto adecuado, dosis y aplicación de fertilizante, sistema de pastoreo, carga animal, establecimiento de programas de suplementación y final mente el aprovechamiento de esquilmos y leguminosas. (Carrete *et al.*, 1986).

Debido a diferentes factores que actualmente afronta la ganadería nacional entre ellos, la mala calidad de las semillas disponibles, con baja pureza, germinación y altos precios en el mercado nacional (Eguiarte, 1984).

Existen recursos genéticos de gramíneas forrajeras nativos de Latinoamérica y México que aún se encuentran inexplorados. Como ejemplos para México pueden citarse entre los de mayor importancia para zonas áridas a *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr, *B. gracilis* (Willd. Ex Kunth) Lag. Ex Griffiths, *B. dactyloides* (ex Engel. Nutt) Columbus, *Setaria machrostachya* Sin. S.

*vulpiseta* (Lam) Roemer & Schultes, *Leptochloa dubia* (Kunth) Nees., *Lycurus phleoides* Kunth HBK, *Digitaria californica* (Benth.) Henr.

Esto es, la caracterización desordenada de los atributos de la variedad de moda, ha impedido la visualización del avance genético máximo, posible de lograrse rápidamente, mediante la obtención y evaluación ordenada de recursos genéticos, representativos del centro de origen de las especies de interés (Maass y Pengelly, 2001), como recientemente ha sido el caso de los avances logrados en *Brachiaria* spp. y *Panicum maximum* Jacq. (Jank et al., 2005).

Debido a la carencia de respuestas adaptativas al pastoreo por parte de las gramíneas tropicales americanas (Sarmiento, 1992), en Latinoamérica han sido introducidos, y se explotan actualmente en los pastizales, materiales de gramíneas seleccionados y mejorados en otros países (EEUU y Australia), los cuales fueron cultivados en diferentes condiciones ambientales y de producción.

Todos son materiales valiosos, ya que han sido base de gran parte del desarrollo de la industria regional de producción en pastoreo; sin embargo, debido a que existe amplia variación intra-específica, la evaluación de la diversidad natural de la riqueza genética de cada especie es una alternativa valiosa y escasamente explorada, dada la amplitud de especies disponibles para las zonas intertropicales (Moser, 2004).

Un ejemplo lo constituye el que a partir de las variedades comerciales de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L. Sin. *Pennisetum ciliare* L. Link.) introducidas, inicialmente de procedencia australiana y estadounidense (Gandah, Molopo, Biloela, Llano, Nueces, T4464, Americano, Común, etc.) se han generado, en México, gran cantidad de experimentos para caracterizar la producción de forraje, manejo de la fertilización, producción de semilla, suplementación en y manejo del pastoreo, análisis bromatológicos y económicos, etc., para cada una de ellas.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en cuatro localidades de la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa, ubicados en el municipio de Choix, con una ubicación geográfica de 26°32'06.59" N y 108°21'32.73" O; Badiraguato con unas coordenadas de 25°34'26.19" N y 107°39'08.74" O; Mocorito con una ubicación geográfica de la parcela 25°31'38.96" N y 107°54'16.60" O y la parcela de Culiacán con una ubicación geográfica 24°46'06.71" N y 107°07'53.82" O; todas

éstas localizadas en zona de baja precipitación, en suelo de tipo francos (aluvión), para la preparación de terreno se utilizaron equipos agrícolas tales como: tractor, rastra, aspersor, palas, carretillas, insumos agrícolas (herbicidas, insecticidas, fertilizantes urea 46-00-00, fosfato mono amónico 11-52-00), semilla de las variedades Buffel Común, Buffel Formidable y Buffel Nueces, la superficie de terreno por localidad correspondiente a 10,000 m<sup>2</sup> en diferentes municipios del estado de Sinaloa, los municipios son: Choix, Badiraguato, Mocorito y Culiacán, parcelas correspondientes a productores cooperantes.

La metodología mencionada en el párrafo anterior se aplicó en áreas agroecológicas (Trópico semiárido) con bajo potencial productivo que por sus características edafoclimáticas y socioeconómicas permiten el desarrollo y la adopción de la tecnología de agricultura sustentable. Específicamente en aquellas zonas totalmente de temporal. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete SAS V9, con el arreglo de parcelas en franjas, en donde se realizaron cinco muestreos por variedad a los 45 días de rebrote, cada muestra realizada era de una superficie de 0.25 m<sup>2</sup> realizando el corte a una altura de 7 cm al nivel del suelo y pesando el forraje cortado en una báscula de reloj utilizando un tripie en el lugar de la parcela.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis estadístico en cuanto a rendimiento de forraje en base materia seca por año no se encontró diferencia significativa entre dos variedades Buffel Formidable y Buffel Nueces y por lo tanto se encontró diferencia significativa entre estas dos y Buffel Común para las cuatro localidades, en los cuales se muestra que la mejor variedad de Buffel es formidable para las cuatro localidades, siguiente de Buffel Nueces y por último con un menor rendimiento de forraje en base materia seca Buffel Común. Los rendimientos promedio para Buffel Formidable en las cuatro localidades fue de 9.03 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS (materia seca), para Buffel Nueces un rendimiento promedio de las cuatro localidades de 8.58 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS y rendimiento promedio de 7.81 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS para Buffel Común en las cuatro localidades.

Cuadro 1. Rendimiento de tres variedades de Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en cuatro localidades de la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

	Localidades				Promedio
	Choix	Badiraguato	Mocorito	Culiacán	
B. Común	7.5 <sub>b</sub>	8.15 <sub>b</sub>	7.95 <sub>b</sub>	7.65 <sub>b</sub>	7.81 <sub>b</sub>
B. Formidable	9.1 <sub>a</sub>	8.88 <sub>a</sub>	8.85 <sub>a</sub>	9.3 <sub>a</sub>	9.03 <sub>a</sub>

B. Nueces	8.53 <sub>a</sub>	8.35 <sub>a</sub>	8.61 <sub>a</sub>	8.85 <sub>a</sub>	8.58 <sub>a</sub>
-----------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Alfa = 0.05, DMS= 0.473; CV= 2.831; SCTC=3.565 V.F=26.44

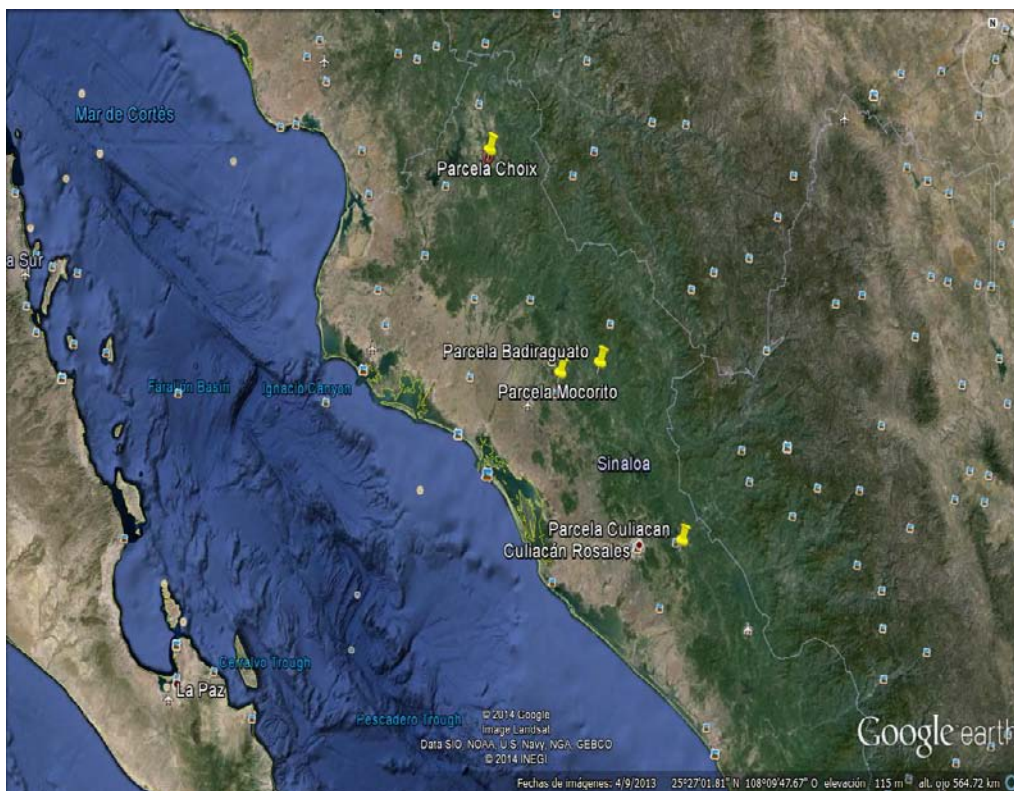


Figura 1.-

Localización de parcelas en la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

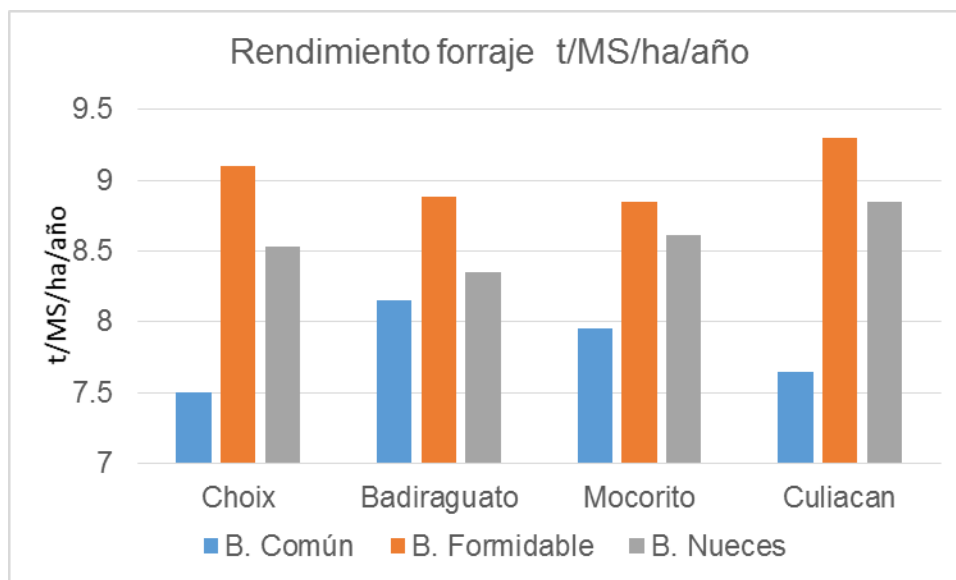


Figura 2. Rendimiento den base materia seca de tres variedades de Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en cuatro localidades de la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

### CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las cuatro localidades, las variedades de Buffel Formidable y Buffel Nueces no presentaron diferencia significativa estadísticamente, con rendimientos promedios en las cuatro localidades de 9.03 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS, y 8.58 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS, respectivamente para cada variedad; siendo la variedad Buffel Común, la que presento una menor producción de forraje de 7.81 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> MS en promedio de las cuatro localidades. Estos resultados se obtuvieron bajo las condiciones del clima y precipitaciones de los meses de julio-septiembre de 2013, en la zona de baja precipitación del estado de Sinaloa.

### BIBLIOGRAFIA

- Baruch Z (2005) Vegetation-environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. *Flora* 200: 49-64.
- Carrete CF, Eguiarte JA, Quero AR (1986) Comportamiento de toretes en praderas de estrellaleucaena en la época de secas en el norte de Nayarit. *Mem. Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México*. Pp 119-132.
- Eguiarte V J A, Gonzalez S A, Hernandez V R. Marco de referencia de la ganadería productora de carne en el Sur de Jalisco. Campo Experimental „Clavellinas». SARHINIFAp-CIPEJ. Tuxpan, Jal. 1989. 17.
- Eguiarte V JA. Evaluación de las gramíneas en el trópico seco en: Memorias del X Ciclo Internacional de Ganadería Tropical. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. AMCC. Morelia, Mich. 1984.61 Pl'.
- Jank L, do Val le CB, Resende RMS (2005) Grass and forage plant improvement in the tropics and sub-tropics. En McGilloway DA (Ed.) *Grassland: a Global Resource*. Proc. XX IGC. Wageningen Academic Publ. Dublín, UK. pp. 69-80.
- Maass BL, Pengelly BC (2001) Tropical forage genetic resources. Will any be left for future generations? En *Proc. XIX Int. Grassland Cong.* São Paulo, Brasil. pp. 541-542.
- Moser LE (2004) Preface. En Moser LE, Burson BL, Sollenberger LE (Eds.) *Warm season (C4) grasses*. Agronomy Ser. N° 45. ASA-CSSA-SSSA. Madison, WI, EEUU, p. ix. O'Connor TGO (1991) Local extinction in perennial grasslands: a life-history approach. *Amer. Nat.* 137: 753-773.
- San José JJ, Montes RA (2001) Management effects on carbon stocks and fluxes across the Orinoco savannas. *Forest. Ecol. Manag.* 150: 293-311.
- San José JJ, Montes RA, Rocha C (2003) Neotropical savanna converted to food cropping and cattle feeding systems: soil carbon and nitrogen changes over 30 years. *Forest. Ecol. Manag.* 184: 17-32.

## DESARROLLO DE TOMATE EN DIFERENTES SUSTRATOS Y VOLÚMENES DE RIEGO BAJO CONDICIONES DE MALLA SOMBRA

Alejandro Moreno-Reséndez<sup>1\*</sup>, Víctor Martínez-de-Vicente<sup>2</sup>, César Márquez-Quiroz<sup>3\*</sup>, José Luis Reyes-Carrillo<sup>1\*</sup>, José Luis Puente-Manríquez<sup>1</sup>, Norma Rodríguez-Dimas<sup>2</sup>, Cándido Márquez-Hernández<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Cuerpo Académico Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria, UAAAN-CA-14, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL

<sup>3</sup> Cuerpo Académico Producción Agropecuaria en el Trópico Húmedo, UJAT-CA-209, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

<sup>4</sup> Cuerpo Académico Ecología, Biodiversidad y Manejo de Recursos Bióticos, UJED-CA87, Universidad Juárez del Estado de Durango

\* Integrantes de la Red Académica de Innovación en Alimentos y Agricultura Sustentable (RAIAAS) (CIESLAG – COECyT)

\* Autor para correspondencia: [alejamosa@yahoo.com.mx](mailto:alejamosa@yahoo.com.mx);

### INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la agricultura orgánica diversos autores, entre los que destacan Aalok *et al.* (2008) y Manivannan *et al.* (2009), han establecido que los vermicompost (VC), además de ser materiales finamente divididos como la turba, contienen: a) elementos nutritivos fácilmente asimilables y de lenta liberación, b) reguladores de crecimiento y otros materiales que afectan el crecimiento de las plantas generados por los microorganismos, c) un índice elevado de porosidad, aireación, drenaje, y capacidad de retención de humedad, d) elevada carga y diversidad microbiana, e) una gran área superficial, entre otras características con las cuales se puede potencialmente favorecer el desarrollo de las especies vegetales.

Con respecto a la humedad se ha establecido que el VC incrementa la retención de humedad (Manivannan *et al.*, 2009) debido a que son materiales finamente divididos como la turba (Aalok *et al.*, 2008). Lo anterior cobra relevancia debido a que la retención de humedad, en cantidades adecuadas y de manera homogénea, es la principal característica que se busca en un sustrato, ya que a través del agua, las raíces asimilan elementos esenciales para el desarrollo de los cultivos (Bastida-Tapia, 2001). Lo descrito permite suponer que la producción de diversas especies vegetales, tradicionalmente sujeta al uso de fertilizantes sintéticos, aplicados a través de soluciones nutritivas, se puede desarrollar con la aplicación de sustratos de origen orgánico, como el VC, buscando sustituir el uso de estos fertilizantes. Para atender este supuesto se evaluó el comportamiento del tomate en mezclas de vermicompost:perlita bajo condiciones de malla sombra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó, durante el ciclo P–V, 2011, en la UAAAN-UL, localizada dentro de la Comarca Lagunera. Esta región recibe una precipitación promedio anual de 235 mm y su temperatura media anual es de 18.6 °C (Schmidt, 1989).

La siembra de semillas de tomate saladette [*Solanum lycopersicum* L. (Peralta *et al.*, 2005)] cv. Ramses (Harris Moran®) se realizó, el 24/02/2011, en charolas de poliestireno de 200 cavidades, rellenas con Peat Moss (Premier®), usando dos semillas por cavidad, las charolas se cubrieron con plástico negro hasta germinación, se regaron con agua de la llave cada tercer día y 56 días después de la siembra, se trasplantaron. Como macetas se utilizaron bolsas de polietileno negro, calibre 500 de 18 L, éstas se colocaron, en doble hilera con arreglo a “tresbolillo”, con 5.3 plantasm<sup>-2</sup>, en una estructura, de 5.4x12.6 m, ancho y largo, respectivamente, cubierta con malla antiafidos (16x16 hilosc<sup>-2</sup>, Protecciones Ecológicas®).

Se evaluaron mezclas de VC con perlita (VC:P; v:v) identificadas como sustratos S1-S4: [S1(1:1), S2(1:2), S3(1:3) y S4(1:4)]. El VC generado de la mezcla de dos estiércoles (bovino y caprino con residuos de paja de alfalfa) con relación 1:1 en volumen, biotransformada durante 90 días con lombrices *Eisenia fetida*, Savigny (Bansal y Kapoor, 2000), ver composición en Cuadro 1. La perlita usada fue tipo B-12 (Baixauli-Soria y Aguilar-Olivert, 2002) (Multiperl Hortícola, Perlita de la Laguna, S.A. de C.V.®).

Hasta los 28 días después del trasplante (ddt), en S1-S4 se aplicaron tres volúmenes de agua por maceta: 1) riego diario (RD) con 0.5 L (V1), 2) RD con 0.75 L (V2) y 3) riego cada dos días (RC2D) con 0.75 L (V2). Posteriormente, de acuerdo al desarrollo y a la demanda hídrica del tomate, del día 29 ddt y hasta la conclusión del experimento, los volúmenes se incrementaron en 0.5 L de agua•maceta<sup>-1</sup>. Al concluir los volúmenes aplicados fueron 209.50, 245.0 y 122.25 Lmaceta<sup>-1</sup>, para RDV1, RDV2 y RC2DV2, respectivamente.

Cuadro 1. Características químicas del vermicompost empleado como sustrato para el desarrollo del tomate bajo condiciones de casa sombra.

Da	CIC	pH	CE	MO	N	Ca	Mg	P	Mn	Cu	Zn
(g•cm <sup>-3</sup> )	(meq•100 g <sup>-1</sup> )		(mS•cm <sup>-1</sup> )	(%)		(meq•100 g <sup>-1</sup> )			(ppm)		
1.7	33.1	7.9	9.0	13.6	0.9	111.0	55.6	1146.1	0.75	3.3	0.2

La polinización fue manual, entre las 10:00 y las 13:00 h, agitando la rafia utilizada como guía. Se realizaron revisiones diarias de plagas y enfermedades para prevenir daños que pudieran afectar al tomate y a los 69 ddt se aplicó Phytoneem® (0.25 mL en 20 L de agua) al detectar la



presencia de araña roja (*Tetranychus urticae* C. L. Koch). Para determinar el efecto de tratamientos y la calidad del fruto se consideraron dos frutos de cada racimo por maceta, evaluándose: diámetros ecuatorial y polar (DE y DP), longitud del fruto (LF), espesor del pericarpio (EP), número de lóculos (NL), peso promedio del fruto (PF) y rendimiento total (R) y contenido de sólidos solubles (SS).

De la interacción entre los volúmenes de riego y los sustratos se conformaron 12 tratamientos (T1-T12) con cuatro repeticiones. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas: los sustratos correspondieron a las parcelas chicas y los riegos, con su volumen de agua correspondiente, a las parcelas grandes. Para determinar el efecto de los tratamientos se aplicaron análisis de varianza y la prueba de diferencia mínima significativa al 5 %, utilizando el programa de Olivares-Sáenz (1993).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Como resultado de los análisis de varianza se registraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para PF, DP, DE, EP, SS y R (Tabla 2). Respecto al PF siete de las 12 interacciones, correspondientes a T4, T5, T6, T7, T8, T10 y T11 (RDV1xS4, RDV2xS1, RDV2xS2, RDV2xS3, RDV2xS4, RC2DV2xS2 y RC2DV2xS3, respectivamente) resultaron estadísticamente iguales con valores de 39.20 a 44.58 g (Tabla 2), superando al resto de los tratamientos en al menos 0.36 % del PF.

De estos siete tratamientos destacaron T10 y T11 por el hecho de que la aplicación de riego cada dos días combinado con el VC, cuyo contenido osciló de 33 a 25 %, [relaciones 1:2 y 1:3 (VC:P)], no repercutió en el PF, por lo cual es posible asumir que bajo las condiciones del presente experimento es factible el ahorro del agua, esto debido a que diversos autores han determinado que la aplicación del VC, además de incrementar el contenido de materia orgánica de los sustratos, mejora sus características físicas como la cantidad de agregados hidroestables, la densidad aparente y la porosidad, que favorecen el flujo de aire y agua, y el desarrollo radicular de las especies vegetales (Atiyeh *et al.*, 2000; Aguilar-Benítez *et al.*, 2012). Sin embargo, el PF promedio de los frutos de tomate, 39.3 g, registrado bajo condiciones de casa sombra fue ampliamente superado por los PF promedio reportados Márquez-Quiroz *et al.* (2014) que oscilaron de 81.76 a 88.52 g, para genotipos Cuauhtémoc y El Cid, respectivamente, desarrollados con fertilización orgánica bajo condiciones de invernadero. Diferencia que en gran parte se debe a que los sistemas de producción con invernaderos superan ampliamente a los

sistemas de producción a campo abierto y los sistemas protegidos con malla sombra (Cih-Dzul *et al.*, 2011).

Los mayores valores para los DP y DE se registraron en el tratamiento T7, con 5.6 y 3.8 cm, respectivamente (Tabla 2), los cuales corresponden a los frutos de tamaño chico para tomates tipo roma o saladette (SAGARPA, 2005a). El DP registrado resultó ser similar al valor promedio reportado por Preciado-Rangel *et al.* (2011) para frutos de tomate saladette, cv el Cid, cuyas plantas se desarrollaron en diferentes soluciones nutritivas orgánicas y bajo condiciones de invernadero. Por su parte, el DE obtenido fue superado en 19 y 31 % por los valores promedio reportados por de-la-Cruz-Lázaro *et al.* (2009) y Preciado-Rangel *et al.* (2011), respectivamente, en las condiciones de manejo ya descritas.

Tabla 2.- Valores promedio y diferencia estadística de las variables evaluadas en tomate saladette, desarrollado en diferentes sustratos y volúmenes de riego bajo condiciones de malla sombra.

T	RxS <sup>y</sup>	PF	DP	DE	EP	SS	NL	R
		(g)		(cm)		(°Brix)		(kg planta <sup>-1</sup> )
		*	*	*	*	*	ns	*
T1	RDV1xS1	36.14 ab	4.99 bc	3.32 bc	0.4 b	5.69 ab	3 a	1.394 bcd
T2	RDV1xS2	37.28 ab	4.92 bc	3.37 bc	0.5 ab	5.60 ab	3 a	1.312 cd
T3	RDV1xS3	38.84 ab	5.25 ab	3.50 abc	0.5 ab	5.25 bc	3 a	1.469 abcd
T4	RDV1xS4	<b>43.19 a</b>	5.04 abc	3.33 bc	<b>0.7 a</b>	5.03 c	3 a	1.516 abc
T5	RDV2xS1	<b>39.20 a</b>	4.92 bc	3.57 abc	0.5 ab	5.34 abc	3a	1.582 ab
T6	RDV2xS2	<b>40.82 a</b>	4.96 bc	3.63 ab	0.5 ab	5.42 abc	3 a	1.544 abc
T7	RDV2xS3	<b>44.58 a</b>	<b>5.56 a</b>	<b>3.81 a</b>	0.6 ab	5.26 bc	3 a	<b>1.703 a</b>
T8	RDV2xS4	<b>42.71 a</b>	5.16 ab	3.55 abc	0.5 ab	5.07 c	3 a	<b>1.692 a</b>
T9	RC2DV2xS1	30.16 b	4.55 c	3.23 c	0.5 ab	<b>5.74 a</b>	3 a	1.233 d
T10	RC2DV2xS2	<b>39.68 a</b>	5.18 ab	3.43 abc	0.5 ab	5.60 ab	3 a	1.536 abc
T11	RC2DV2xS3	<b>43.54 a</b>	5.37 ab	3.57 abc	0.5 ab	5.26 bc	3 a	1.576 abc
T12	RC2DV2xS4	39.06 ab	5.12 ab	3.44 abc	0.5 ab	5.07 c	3 a	1.233 bcd
<b>Media general</b>		<b>39.60</b>	<b>5.1</b>	<b>3.5</b>	<b>0.5</b>	<b>5.4</b>	<b>3</b>	<b>1.5</b>
<b>CV (%)</b>		<b>15.87</b>	<b>7.58</b>	<b>7.94</b>	<b>22.77</b>	<b>6.09</b>	<b>6.58</b>	<b>12.38</b>

T = Tratamiento; RxS = Interacción; <sup>y</sup> = Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de DMS con  $p \leq 0.05$ ; PF = Peso de fruto; DP = Diámetro polar; DE = Diámetro ecuatorial; EP = espesor de pericarpio; SS = sólidos solubles; NL = número de lóculos; R = rendimiento; RD = Riego diario; RC2D = Riego cada dos días; V1 = 0.5 L·maceta<sup>-1</sup>; V2 = 0.75 L·maceta<sup>-1</sup>; CV = coeficiente de variación. ns= no significativo; \* = significativo \*\* = altamente significativo.

En el caso del EP los 0.7 cm registrados en los frutos del tratamiento T4 (RDV1xS4) superaron en al menos 14.28 % a los valores registrados en el resto de tratamientos (Tabla 2). Este valor fue similar a los promedios de EP, 0.73 y 0.75 cm, reportados por Márquez-Quiroz *et al.* (2014) para los cultivares Cuauhtémoc y El Cid, al evaluar la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladette en invernadero.

En relación al contenido de SS los frutos de tomate del tratamiento T9 (RC2DV2xS1) registraron el mayor valor, 5.7 °Brix (Tabla 2). Este valor resultó ser inferior en 1.0 °Brix al valor promedio de los frutos de tomate desarrollado en sustratos con diferentes volúmenes de fibra de coco y

diferentes frecuencias de riego por goteo (de-Matos-Pires *et al.*, 2011). Por otro lado, los 5.7 °Brix obtenidos superaron en 28 % al contenido de SS determinado por Preciado-Rangel *et al.* (2011) en frutos de tomate saladette, cv El Cid, cuyas plantas fueron fertilizadas con solución de Steiner, bajo condiciones de invernadero.

En la misma Tabla 2, se aprecia que los contenidos de SS de los frutos de tomate desarrollados en los tratamientos T1 – T12 fertilizados con el VC, fueron superiores, en al menos 29 % de contenido de SS, al contenido óptimo de 4 °Brix, establecido por Diez (2001) para tomate, ya sea para procesado industrial o para consumo en fresco, con lo cual se fortalece la hipótesis de que este abono favorece el desarrollo de frutos de tomate con mayor contenido de SS, lo cual concuerda con lo establecido por Dorais *et al.* (2001) quienes han determinado que al incrementarse la salinidad en el medio de crecimiento radical se incrementa el contenido de SS de los frutos.

Los mayores rendimientos, que oscilaron de 1.692 a 1.703 kgplanta<sup>-1</sup>, se registraron en tratamientos T8 (RDV2xS4) y T7 (RRDV2xS3) (Tabla 2). Al considerar la densidad de siembra, 5.3 plantasm<sup>-2</sup>, el rendimiento obtenido por unidad de superficie correspondió a 8.968 y 9.023 kgm<sup>-2</sup>, respectivamente, valores ligeramente superiores al 50 % del rendimiento reportado por Cruz-Carrillo *et al.* (2003) para tomate con la misma densidad de siembra bajo condiciones de invernadero. Adicionalmente, ambos valores resultaron superiores, en al menos un 11.2 %, al intervalo registrado para rendimiento de tomate en el Valle de Culiacán, México, durante los ciclos agrícolas otoño-invierno 2007-2008 y 2008-2009, que osciló de 6.4 a 7.9 kgm<sup>-2</sup>, bajo condiciones de casa sombra (SAGARPA, 2005b).

A manera de complemento, si se considera que el rendimiento promedio general registrado fue de 1.5 kgplanta<sup>-1</sup>, y la densidad de siembra fue 5.3 plantasm<sup>-2</sup>, entonces por hectárea de casa sombra se obtendrían 79.5 tha<sup>-1</sup>, este último valor superó significativamente al rendimiento de 10 tha<sup>-1</sup> reportado para tomate orgánico, en condiciones de campo abierto (SAGARPA, 2005b). Lo descrito en los dos párrafos anteriores, contribuye a resaltar las bondades del manejo de los cultivos bajo condiciones de casa sombra.

Finalmente, para los rendimientos 1.692 a 1.703 kgplanta<sup>-1</sup> registrados en los tratamientos T8 (RDV2xS4) y T7 (RDV2xS3) a los que se les aplicaron 245.0 L aguamaceta<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (hasta el octavo racimo) se determinó una productividad de 6.91 y 6.95 kgm<sup>-3</sup>, bajo condiciones de casa sombra. Estos valores fueron ampliamente superados por la productividad de 35 kgm<sup>-3</sup>, reportada por Flores *et al.* (2007) para tomate, sin embargo a favor de la productividad obtenida

en el presente experimento, se destaca que este último valor se registró bajo condiciones de invernadero y como lo destacan Medina-Medina *et al.* (2012), el uso de invernaderos con techo retráctil en climas cálidos, genera mayores rendimientos debido a una mayor eficiencia fotosintética, que resulta de las modificaciones y adaptaciones morfológicas foliares al microclima, generada por este tipo de estructuras.

## CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que el vermicompost posee características que le permiten ser contemplado como alternativa, tanto para el proceso de nutrición de las plantas, como para favorecer la retención de humedad, sin detrimento de la calidad y el rendimiento del tomate bajo condiciones de malla sombra ya que la demanda nutritiva de este cultivo se cubrió con el VC sin aplicar fertilizantes sintéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aalok, A., A.K. Tripathi y P. Soni. 2008. Vermicomposting: A Better Option for Organic Solid Waste Management. *Journal of Human Ecology* 24(1): 59-64.
- Aguilar-Benítez, G., C.B. Peña-Valdivia, J.R. García-Nava, P. Ramírez-Vallejo, S.G. Benedicto-Valdés and J.D. Molina-Galán. 2012. Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. *Agrociencia* 46(1): 37-50.
- Atiyeh, R.M., S. Subler, C.A. Edwards, G. Bachman, J.D. Metzger and W. Shuster. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44: 579-590.
- Bansal, S. y K.K. Kapoor. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology* 73: 95-98.
- Baixaui-Soria, C. y J.M. Aguilar-Olivert. 2002. Cultivo sin Suelo de Hortalizas: Aspectos Prácticos y Experiencias. *Sèrie Divulgació Tècnica*. Ed. Generalitat Valenciana - Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación. Valencia, España. 110 p. Disponible en: <http://www.ivia.es/sdta/pdf/libros/n53.pdf>. Fecha de recuperación: 2 de septiembre de 2012.
- Bastida-Tapia, A. 2001. El medio de cultivo de las plantas. Sustratos para la agricultura moderna. Folleto 1147. Serie de Publicaciones AGRIBOT No. 4. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México, 96 pp.
- Cih-Dzul, I.R, J.L. Jaramillo-Villanueva, M.A. Tornero-Campante y R. Schwentesius-Rindermann. 2011. Caracterización de los sistemas de producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el estado de Jalisco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 501 – 512
- Cruz-Carrillo, J., F. Jiménez, J. Ruiz, G. Díaz, P. Sánchez, C. Perales y A. Arellanes. 2003. Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL) en invernadero *Agronomía Mesoamericana* 14(1): 85-88.
- de-la-Cruz-Lázaro, E., M.E. Estrada-Botello, V. Robledo-Torres, R. Osorio-Osorio, C. Márquez-Hernández y R. Sánchez-Hernández. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y Ciencia – Trópico Húmedo*. 25(1): 59-67.
- de-Matos-Pires, R.C., P.R. Furlani, R. Vasconcelos-Ribeiro, D. Bodine-Junior, E. Sakai, A.L. Lourenção y A. Torre-Neto. 2011. Irrigation frequency and substrate volume effects in the growth and yield of tomato plants under greenhouse conditions. *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)* 68(4): 400-405.
- Diez, J.M. 2001. Tipos varietales. *In*: Nuez, F. (ed.). El cultivo del tomate. Mundi-Prensa. D.F. 796 p.

- Dorais, M., A.P. Papadopoulos and A. Gosselin. 2001. Influence of electrical conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie* 21:367-383.
- Flores, J., W. Ojeda-Bustamante, I. López, A. Rojano y I. Salazar. 2007. Requerimientos de riego para tomate de invernadero. *Terra Latinoamericana*, 25(2): 127-134
- Manivannan, S., M. Balamurugan, K. Parthasarathi, G. Gunasekaran and L.S. Ranganathan. 2009. Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity--beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Environmental Biology* 30(2): 275-281.
- Márquez-Quiroz, C., P. Cano-Ríos, A. Moreno-Reséndez, U. Figueroa-Viramontes, E. Sánchez-Chávez, E. de-la-Cruz-Lázaro y V. Robledo-Torres. 2014. Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladette en invernadero. *Información Técnica Económica Agraria (ITEA)*. 110(1): 3 – 17.
- Medina-Medina, J.B., J.J. Luna-Ruíz, J. Sosa-Ramírez, O. Moreno-Rico y C. Perales-Segovia. 2012. Adaptaciones morfológicas foliares en tomate cultivado en bioespacio de techo retráctil con clima cálido. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(1): 173 – 186
- Olivares-Sáenz, E. 1993. Programa de Diseños Experimentales. V. 2.4. Facultad de Agronomía – UANL. Marín, México
- Peralta, I.E., S.K. Knapp and D.M. Spooner. 2005. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru. *Systematic Botany* 30 (2): 424-434.
- Preciado-Rangel, P., M. Fortis-Hernández, J.L. García-Hernández, E. Rueda-Puente, J.R. Esparza-Rivera, A. Lara-Herrera, M.Á. Segura-Castruita y J. Orozco-Vidal. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia* 36(9): 689-693.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005a. PC-020-2005 Pliego de Condiciones para el uso de la Marca Oficial México Calidad Suprema en Tomate. 22 p. Disponible en: [http://www.normich.com.mx/archivos/OC/mcs/PLIEGOS%20DE%20CONDICIONES%2012/PC\\_020\\_2005\\_Tomate.pdf](http://www.normich.com.mx/archivos/OC/mcs/PLIEGOS%20DE%20CONDICIONES%2012/PC_020_2005_Tomate.pdf). Fecha de recuperación: 25 de septiembre de 2012.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2005b. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Sistema de información agropecuaria de consulta (SIACON). Versión 1.1. México, D. F.
- Schmidt, R.H., Jr. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. *Journal of Arid Environments* 16: 241.256.

## COMPORTAMIENTO DE TRES ESPECIES FORRAJERAS BAJO ESTRÉS HÍDRICO PARA SIMULAR SEQUÍA

Gutiérrez Gutiérrez Obed Gabriel<sup>1\*</sup>, Morales Nieto Carlos Raúl<sup>2</sup>, Corrales Lerma Raúl<sup>1</sup>,  
Álvarez Holguín Alan<sup>1</sup> y Sáenz Flores Edith<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Alumno de Posgrado en Recursos Naturales FZyE, UACH (\*[fazobed@hotmail.com](mailto:fazobed@hotmail.com)) <sup>2</sup> Maestro-Investigador de la Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Periférico R. Almada km 1, C.P 31031, Apdo. Postal 4-28. Chihuahua, Chih. México. Tel. (614) 231-1010.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores limitantes para el crecimiento de las plantas en las regiones áridas y semiáridas de México es el déficit de agua. Condiciones desfavorables para la germinación, como baja temperatura y estrés de agua, representan fuertes impactos durante el establecimiento de plantas en campo (Van Swaaij *et al.*, 2001). También, la disponibilidad de agua durante el crecimiento afecta la capacidad germinativa positiva o negativamente de las semillas (Gutterman, 2000). Además, la disponibilidad del agua es una condición importante para la germinación de semillas, debido a que determina la imbibición y activación de procesos metabólicos como rehidratación, mecanismos de reparación, crecimiento celular y aparición de la radícula (Dubreucq *et al.*, 2000). Existen métodos que han sido utilizados con éxito para simular estrés hídrico, bajo condiciones de laboratorio en diferentes plantas (Estrada *et al.*, 2007). El estrés se puede lograr a través del uso de sustratos osmóticos o productos comerciales tales como manitol, glucosa y polietilenglicol. El uso de manitol es un método sencillo, barato, rápido y de fácil manejo para evaluar la respuesta de diferentes especies a factores implicados en la sequía (Turhan y Baser, 2004). Por lo anterior, se planteó el presente trabajo, cuyo objetivo fue evaluar la capacidad de germinación del zacate banderita, zacate rosado y zacate garrapata, sometidos a diferentes presiones osmóticas, bajo condiciones de laboratorio y determinar si durante esta etapa inicial del desarrollo, se expresan algunas diferencias fisiológicas en el crecimiento de raíces y plántulas, dependientes de la tolerancia a la sequía.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo bajo condiciones controladas en la Facultad de Zootecnia y Ecología (FZE) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), ubicada en el km 1 sobre el periférico Francisco. R Almada, Chihuahua, Chihuahua, México.

Preparación del Material

Se evaluó la respuesta de la germinación de banderita, rosado y garrapata, sometidos a diferentes niveles osmóticos, utilizando manitol como agente osmótico. Para extraer los cariósides (semillas) se utilizó una licuadora en baja velocidad, a intervalos de corta duración (5 s) para evitar quebrar los cariósides. Posteriormente, se seleccionaron 600 cariósides de cada especie. Los tratamientos de estrés hídrico fueron 0.0, -1.0 y -2.0 megapascales (MPa), utilizando cajas Petri de 90 mm, provistas de algodón y papel filtro. Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento y especie, con 50 cariósides por repetición y se humedecieron con 25 ml de la solución correspondiente. Se prepararon 400 ml de solución con el agente osmótico manitol a dos diferentes presiones osmóticas (-1.0 y -2.0 MPa, respectivamente), utilizando la fórmula recomendada por Madueño-Molina *et al.* (2006).

**Solución 1.0 M de MANITOL = -2.463 MPa**

**73.9675 g MANITOL l<sup>-1</sup> = -1.0 MPa**

Variables Evaluadas

Se realizaron conteos diarios de semillas germinadas para estimar la germinación estándar de cada uno de los niveles osmóticos. Se consideró semilla germinada cuando la radícula o plúmula medían más de 0.5 cm. La medición de radícula y plúmula se realizó al séptimo día después de la siembra para estimar la proporción radícula:plúmula en cada una de las especies. Esta proporción se calculó con la fórmula: Prp=Lr/Lp

Donde: Prp= proporción radícula: plúmula; Lr = longitud de radícula; Lp= longitud de plúmula.

Para obtener el índice de velocidad de germinación (IVG), se utilizó la fórmula propuesta por Maguire (1962), la cual es una de las más utilizadas (Nakagawa, 1999; Villagra, 1997) y se expresa en número de semillas germinadas por día, utilizando la siguiente formula:

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_i}{N_i} + \dots + \frac{G_n}{N_n} = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{N_i}$$

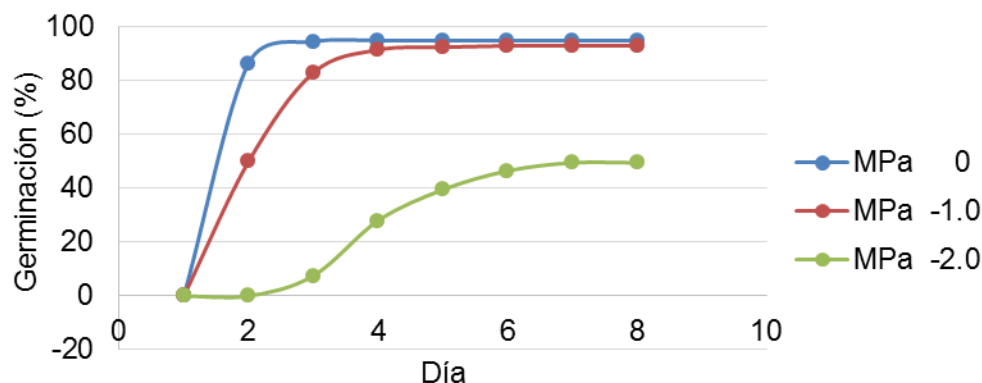
Donde:  $N_1, N_2, \dots, N_n$ : representan número de días desde la iniciación del ensayo de germinación.  $G_1, G_2, \dots, G_n$ : representan el número semillas germinadas en el día  $i$ -ésimo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación

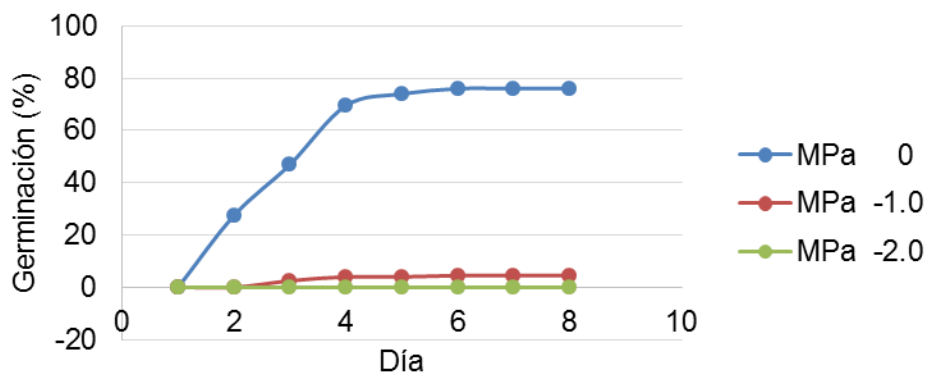
El zacate banderita en el tratamiento testigo fue la especie que obtuvo los niveles más altos de germinación (95 %), al ser sometido a un nivel de estrés hídrico de -1.0 MPa, donde se observa solo una disminuyó del 2 % (93 %), sin embargo, al incrementar el nivel de estrés hídrico a -2.0 MPa, la germinación disminuyó hasta un 51 % (Gráfica 1). Investigaciones realizadas por Neil

*et al.* (2003) donde sometieron al zacate banderita a diferentes niveles de estrés hídrico, muestran una tendencia similar en germinación (98.7 %) con el tratamiento testigo. Además, cuando aplicaron niveles de -1.5 MPa la germinación disminuyó a 64.2 % y la germinación disminuyó hasta 8.3 % a -2.25 MPa.



Gráfica 1. Comportamiento de la germinación del zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), utilizando diferentes niveles de estrés hídrico.

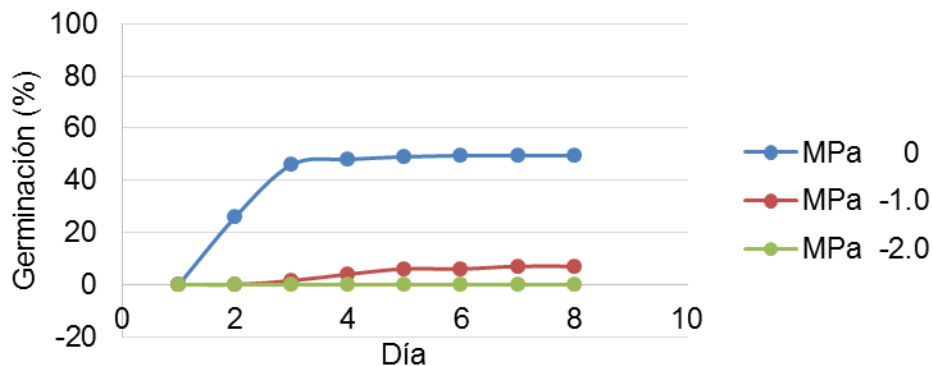
El zacate rosado presentó un 76 % de germinación en el tratamiento testigo. La germinación descendió a 4.50 % al aplicar el tratamiento de estrés hídrico de -1.0 MPa, sin embargo, a -2.0 MPa no hubo germinación. Lo anterior indica que el zacate rosado, comparado con las otras dos especies, puede ser más susceptible a la sequía cuando se presentan condiciones similares en campo. Lo anterior es sustentado con resultados obtenidos por Stokes *et al.* (2011), donde reportan que el zacate rosado no presentó germinación al someterlo a niveles osmóticos de -0.2 MPa (Gráfica 2).



Gráfica 2. Comportamiento de la germinación en el zacate rosado (*Melinis repens*) al aplicar diferentes niveles de estrés hídrico.



El zacate garrapata presentó un porcentaje de germinación similar al zacate rosado, donde el testigo presentó casi un 50 % de germinación. Sin embargo, cuando se aplicó un estrés hídrico de -1.0 y -2.0 MPa, su germinación descendió a 7.50 % y 0 %, respectivamente. Lo anterior indica que esta especie puede ser susceptible al estrés hídrico o falta de humedad en suelo (Gráfica 3). Carrillo *et al.* (2009) en un estudio donde evaluaron la germinación en especies nativas e introducidas (exóticas), el zacate garrapata obtuvo una germinación de 89 % ± 5.08, siendo ligeramente superior a los niveles obtenidos en este estudio.



Gráfica 3. Comportamiento de la germinación en el zacate garrapata (*Eragrostis superba*) al aplicar diferentes niveles de estrés hídrico.

Proporción Radícula: Plúmula

Las tres especies mostraron un crecimiento inicial de raíz antes que la plúmula, donde zacate rosado fue la especie que mostró alta proporción, lo cual refleja una mayor capacidad para comportarse mejor durante la etapa crítica de establecimiento. También, se observa como el zacate rosado fue la especie que se caracterizó por mantener una mayor proporción de radícula: plúmula, comparada con las otras dos especies (Cuadro 1). Un estudio realizado por Hernández (2009) reporta una proporción de radícula: plúmula de 1.13 a 1.9 en diferentes etapas de crecimiento del zacate rosado, lo cual indica buena capacidad de esta especie para tolerar sequía. En el Cuadro 1 se puede ver que conforme se incrementa el estrés hídrico en zacate banderita, también aumenta su proporción de radícula respecto a la plúmula, esto debido a la falta de agua y la necesidad de buscar la humedad.

Cuadro 1. Proporción radícula: plúmula de tres especies forrajeras, sometidas a diferentes niveles de estrés hídrico

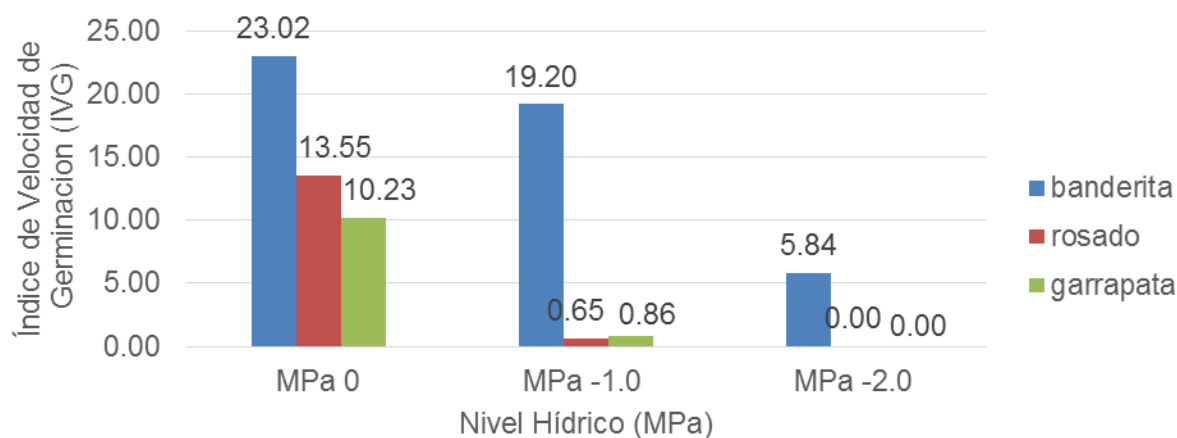
Especie	Nivel Osmótico (MPa)		
	0.0	- 1.0	- 2.0
Banderita	0.7:1	1.3:1*	1.3:1

Rosado	1.9:1	2.3:1	0.00
Garrapata	1.2:1	1.2:1	0.00

\*Proporción de 1.3 mm de radícula por 1 mm de plúmula

#### Índice de Velocidad de Germinación

La Gráfica 4 muestra como el zacate banderita fue la especie que presentó el mayor Índice de Velocidad de Germinación (IVG) en los tres niveles osmóticos (23.02, 19.20 y 5.84, respectivamente), lo cual indica que el zacate banderita es la especie que puede mostrar un rápido establecimiento, aun sometida a estrés hídrico. El zacate rosado y zacate garrapata en el nivel de -1.0 MPa presentó un IVG de 13.55 y 10.23, respectivamente. Finalmente, a un nivel de -2.0 MPa el zacate rosado y zacate garrapata no mostraron germinación por lo tanto el IVG fue de cero.



Gráfica 4. Comportamiento del Índice de Velocidad de Germinación en zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), zacate rosado (*Melinis repens*) y zacate garrapata (*Eragrostis superba*), bajo diferentes niveles de estrés hídrico.

### CONCLUSIONES

El zacate banderita comparado con zacate rosado y zacate garrapata, fue la especie que mostro mejor comportamiento cuando se sometió a estrés hídrico, aún en niveles altos (-2.0 MPa). El zacate banderita fue la especie que mostró mejor respuesta a niveles de estrés hídrico, utilizando un agente osmótico como manitol. El porcentaje de germinación resultó ser un indicador sensible, al utilizar las diferentes concentraciones de manitol. Además, se identificó al zacate banderita con buen potencial de resistencia al estrés hídrico, el cual puede ser considerado en el futuro para su uso en programas de rehabilitación de pastizales degradados.

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Carrillo SSM, MT Arredondo, E Huber-Sannwald, RJ Flores. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Téc Pecu Méx.* 47(3):299-312.
- Dubreucq, B., N. Berger, E. Vincent, M. Boisson, G. Pelletier, M. Cabache y L. Lepiniee. 2000. The *Arabidopsis* AtEPR1 extensin-like gene is specifically expressed in endosperm during seed germination. *Plant J.* 23: 643-652.
- Estrada A., L. M. González, L. Argente, N. Zaldivar y R. Ramírez. 2007. Método para detectar tolerancia al stress en dos variedades de trigo *Triticum aestivum* L. *Centro Agrícola*, 34: 5-9.
- Gutterman, Y. 2000. Maternal effects on seed during development. En: Fenner M (ed) *Seed: the ecology of regeneration in plant communities*: 59-84. CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- Hernández, Q. N. 2009. Viabilidad y Crecimiento del Zacate Rosado (*Melinis repens* (Willd.) Zizka). Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Madueño-Molina, A., P. J. D. Paredes, H.J. Martínez, y T.C. Rubio. 2006. Germinación y crecimiento de frijolillo *Rhynchosia minima* (L.) DC con diferentes potenciales osmóticos. *Rev. Terra Lat.* 2: 187-192.
- Maguire, J. D. 1962. "Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor". *Crop Sci.* 2: 176-177
- Nakagawa, 1999. "Teste de vigor baseados no desempenho das plântulas. Cap.2 de Vigor de sementes: conceitos e testes" Ed. ABRATES. Londrina, PR Brasil.
- Neil, K. L., R. L. Tiller y S. H. Faeth. 2003. Big sacaton and endophyte-infected Arizona fescue germination under water stress. *J. Range Manage.* 56: 616-622.
- Stokes CA, GE MacDonald, AC Reinhardt, KA Langeland, DL Miller. 2011. Seed Biology and Ecology of Natalgrass (*Melinis repens*). *Weed Science.* 59:527-532.
- Turhan, H. y I. Baser. 2004. Callus induction from mature embryo of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 3:17-19.
- Van Swaaij, A. C. P. M., W. Heijbroek y J. L. Basting. 2001. Testing and improving seed vigour in sugar beet. *Proceedings of the 64th IIRB Congress, 26–27 June, Bruges*, pp. 237-246.
- Villagra, P. 1997. Germination of *Prosopis* argentina and *P. alpataco* seeds under saline conditions". *Journal of Arid Environments* 37: 261-267.

## EFFECTO DEL CLON SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA PARA VINIFICACIÓN EN LA VARIEDAD SHIRAZ (*Vitisvinífera* L.)

<sup>1</sup>Eduardo Madero Tamargo, <sup>2</sup>Rodolfo Faz Contreras, <sup>1</sup>Angel Lagarda Murrieta, <sup>2</sup>Miguel Palomo Rodriguez <sup>3</sup>Angel Porfirio Roblero Roblero.

<sup>1</sup>Maestro Investigador y <sup>3</sup>Tesista de la UAAAN-UL e-mail; [edmad2002@yahoo.com.mx](mailto:edmad2002@yahoo.com.mx) <sup>2</sup>INIFAP Campo Experimental de la Laguna, Matamoros, Coah.

### INTRODUCCIÓN

La uva se produce en noventa y ocho países donde cosechan un promedio anual de sesenta millones de toneladas, siendo los productores China, Italia, Francia, Estados Unidos y España, quienes concentran más de la mitad de la producción. La producción en México representa menos del uno por ciento a nivel mundial, al producir un promedio de trescientas setenta y cinco mil toneladas de uva.

La Región de Parras es una zona antigua y reconocida como productora de vinos de mesa de calidad. Las principales cepas que se encuentran en estos viñedos son Cabernet Sauvignon, Merlot, Shiraz, Sauvignon Blanc, Tempranillo, Semillon, etc. Una de la formas de mejorar la calidad del vino de Shiraz es por medio del uso de clones seleccionados. Por lo que el objetivo en este estudio fue determinar el efecto del clon sobre la producción y calidad de la uva.

El estudio de clones pretende identificar material sano, sin problemas de virus, con producción razonable de uva, para mantener niveles de explotación aceptables para los viticultores. Se pretende elegir clones que produzcan vinos de calidad y tipicidad, adaptados a las exigencias del mercado de consumo. (Organero *et al.*, 2012).

La variedad Shiraz permite obtener vinos coloreados, tánicos y estructurados con una paleta de aromas complejos y completos: flor (violeta), animal (cuero), especias (regaliz) y frutas (frambuesa y cassis) (Torralba, 2000). Por lo anterior en este trabajo se planteó como objetivo, determinar el efecto del clon sobre la producción y calidad de la uva para vinificación, en la variedad Shiraz, en la región de Parras, Coahuila.

La producción de vid en Coahuila, principalmente es en la región de Parras, Coah., esta zona es una de las más antiguas y reconocidas como productora de vinos de mesa de calidad. Las principales cepas que se encuentran en estos viñedos son Cabernet Sauvignon, Merlot, Shiraz, Tempranillo, Chardonnay, Chenin Blanc, Semillon, etc.

Las condiciones climáticas en la Región de Parras, días cálidos y noches frescas (Asociación de Viticultores 2009) lo que se traduce desde el punto de vista vitivinícola en condiciones idóneas para la producción de vinos de alta calidad.

Syrah es una variedad de vid tinta, que puede ser identificada también como: Candive noir, Entournerein, Hermitage, Hignin noir, Petite syrah, Plant de la biauue, Schiraz, Serine, Serane, Shiraz, Sirac, Sirah, Syra, etc. Un dato importante es que el nombre de Syrah, proviene de las zonas frías de Francia y la denominación de shiraz proviene de las zonas cálidas de Australia. (Rosemberg, 2010). Es una variedad sensible a la clorosis y puede ser víctima de marchitamiento, fenómeno mal comprendido todavía. Posee un vigor medio y es vulnerable a la podredumbre gris y a los ácaros. (Torralba, 2000).

Un método para hacer mejoras al cultivo de la vid es la selección clonal que consiste en elegir una serie de plantas que destacan respecto al resto por ciertas características. Si estas cepas se multiplican por vía vegetativa, obtendremos plantas con el carácter seleccionado. (Aguirrezabal *et al.*, 2005). Las cepas que descienden de una cepa madre determinada constituyen una población a la cual se le da el nombre de clon, estos individuos, que realidad son fragmentos de una cepa, se asemejan entre sí tanto como a aquella. Aunque existen diferencias de naturaleza morfológica (tamaño o forma de los diversos órganos), o culturales (productividad, vigor contenido en azúcar de los mostos). Se admite que estas diferencias son debidas únicamente a la influencia de factores externos, pero no se trata de variaciones de orden interno capaces de transmitirse por multiplicación vegetativa, una cepa cualquiera del clon, elegido a su vez como cepa madre, daría un nuevo clon idéntico al primero. (Hidalgo, 2002). Clones de la variedad Shiraz, Torralba (2000), menciona que estos clones se divide en 4 categorías: Categoría A (174, 383, 470, 877), categoría B (300, 301, 381, 382, 471, 524, 525, 585, 747), categoría C (99, 100) y categoría D (73).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en los viñedos de Agrícola San Lorenzo, en Parras, Coahuila. La variedad Shiraz, fue plantada en 2006, sobre el portainjerto SO-4 (*Vitis belandieri* x *Vitis riparia*) con una densidad de plantación de 4,000 plantas ha<sup>-1</sup> (2.50 m entre surcos x 1.00 m entre plantas), con espaldera vertical, y conducidas en cordón unilateral. Se evaluaron 5 tratamientos (clones) 174, PT-23, 304, 1127 y 1654, con 6 repeticiones, una planta se consideró como una repetición, el diseño utilizado fue bloques al azar. De cada repetición, se tomó una muestra de 10 bayas para evaluar la calidad de la uva.

Las variables a evaluar fueron: Número de racimos por planta, producción de uva (kg), peso promedio del racimo (gr), producción de uva por unidad de superficie ( $t\ ha^{-1}$ ) y número de bayas por racimo. La calidad de la uva, volumen de 10 bayas (cc) y sólidos solubles ( $^{\circ}$  Brix).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la variable, número de racimos por planta se registraron diferencias significativas dentro de medias de tratamientos (Cuadro 1), la media más alta de número de racimos por planta se logra con el clon PT-23 (32.6 racimos por planta), siendo iguales estadísticamente a los clones 1,654, 304 y 174. La más baja fue con el clon 1127 (18 racimos) siendo este estadísticamente igual a los clones 174,304 y 1,654; esto significa que el número de racimos por planta se refleja en el efecto de los clones.

En la producción de uva por planta también se registraron diferencias significativas entre clones, se observa la mejor producción de uva por planta en el clon PT-23 (3.02 kg) y la más baja fue el clon 1127 (1.11 kg); estos datos muestran el efecto de los clones sobre la producción de uva por planta.

En el peso promedio del racimo, se observa que esta variable no influye en la producción de la uva, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas, Altunar, 2009. Al respecto menciona que dejando un mayor número de yemas se obtiene un mayor número de racimos, aunque no disminuye el peso individual del racimo. Producción de uva por unidad de superficie, en esta variable el análisis estadístico mostró diferencias significativas, el clon PT-23 produjo mayor rendimiento por unidad de superficie ( $12.08\ t\ ha^{-1}$ ) y el más bajo en producción por unidad de superficie fue el clon 1127 ( $4.44\ t\ ha^{-1}$ ).

CUADRO 1. COMPONENTES DE PRODUCCIÓN DE CINCO CLONES DE LA VARIEDAD SHIRAZ 2012.

Clon	Nº de racimos por planta	Peso de uva por planta (kg)	Peso de racimos (kg)	Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ )
PT-23	32.6 a	3.02 a	0.092 a	12.08 a
1654	28.4 ab	2.41 ab	0.079 a	9.64 ab
304	24.2 ab	1.46 ab	0.063 a	5.84 ab
174	23.2 ab	2.28 ab	1.08 a	9.10 ab
1127	18.0 b	1.11 b	0.061 a	4.44 b

No se encontraron diferencias significativas, en el número de bayas por racimo, de acuerdo al análisis estadístico, el clon 304 presentó la mayor cantidad en promedio de 126.8 uvas por racimo. El clon 174 es el que menos uvas promedio por racimo tuvo con 77.6.

El volumen de la baya (cc), influye directamente en el peso de racimo y su tamaño, aunque en este caso no se mostró diferencia significativa entre los distintos tratamientos evaluados. Los clones 1654 y 304 son los que mayor volumen presentaron en sus bayas, pero vemos que son igual al clon PT-23, 1127 y 174. Así que no hubo diferencia en cuanto al volumen. El clon 174 es el que tiene más Sólidos Solubles (azúcar) con 24.88 °brix en diferencia de los demás clones. El clon más bajo, que tiene menos sólidos solubles es el PT-23 con 24.24, sabiendo que todos se encuentran entre el rango razonable de contenido de azúcar.

CUADRO 2. COMPONENTES DE CALIDAD DE LA FRUTA DE CINCO CLONES DE LA VARIEDAD SHIRAZ. 2012

Clon	N° de Bayas por Racimo	Volumen de Bayas (cc)	Sólidos Solubles (°Brix)
PT-23	107.2 a	11.6 a	24.24 a
1654	105.0 a	13.0 a	24.60 a
304	126.8 a	12.8 a	24.32 a
174	77.6 a	11.4 a	24.88 a
1127	99.6 a	11.6 a	24.48 a

### CONCLUSIONES

El clon más productivo es el PT-23 alcanzando las 12 t ha<sup>-1</sup>, con 32.6 racimos por planta. En calidad no se encontraron diferencias significativas entre los clones estudiados.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aguirrezabal F., A. Sagúes, J. Félix, J. Astrain y J. Pérez. 2005. Selección clonal-sanitaria de la garnacha tinta en navarra.
- Altunar, J. M. 2009. Efecto del clon sobre la producción y calidad de la uva para vinificación en la variedad Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera* L.) en la región de Parras Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, UAAAN U-L. tesis
- [Hidalgo, L. 2002. Tratado de viticultura general. Tercera edición, Mundi-Prensa México.](#)
- Organero, M, R. Torres, y F. Cabello. 2012. Importancia de la selección clonal de variedades de vid.
- Torralba, José A. 2000. Viveros de gallego (Biscarrues).

---

---

## EFFECTO DE LAS DISTANCIAS DE PLANTACIÓN, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD SHIRAZ (*Vitis vinífera* L

<sup>2</sup>Eduardo Madero Tamargo, Angel Lagarda Murrieta, <sup>1</sup>Rodolfo Faz Contreras, <sup>3</sup> Esperanza González Roblero y Miguel Palomo Rodríguez

<sup>1</sup> INIFAP Campo Experimental de la Laguna Matamoros Coah

<sup>2</sup>Maestro Investigador y <sup>3</sup> Tesisista de la UAAAN-UL . E-mail [edmad2002@yahoo.com.mx](mailto:edmad2002@yahoo.com.mx)

### INTRODUCCIÓN

La región de Parras, Coahuila, es una de las áreas productoras de uva más antiguas de México, con características idóneas para producir vinos de mesa de calidad. La variedad Shiraz, ha sido seleccionada desde la antigüedad como buena productora de vino de calidad (Cárdenas, 2008), esta variedad junto con Cabernet - sauvignon se introdujeron al sur de Francia, como variedades para obtener vino de calidad (Galet, 1985).

Un parámetro importante en la producción de cualesquier cultivo lo es la densidad de plantación, cuando esta aumenta o disminuye, las raíces de cada cepa pueden desarrollarse en una menor o mayor área respectivamente y la concurrencia ejercida entre dos vecinas es más o menos severa, ya que en muchos casos de ella depende la vida productiva de la planta y la calidad de la fruta producida, (Martínez, 1991). Por lo anterior en el presente trabajo se planteó determinar el efecto de la distancia entre surcos y entre plantas, y la densidad, sobre la producción y calidad de la uva.

La producción de vid en Coahuila, principalmente es en la región de Parras, Coah. Esta zona es una de las más antiguas y reconocidas como productora de vinos de mesa de calidad. Las principales cepas que se encuentran en estos viñedos son Cabernet Sauvignon, Merlot, Shiraz, Malbec, Tempranillo, Chenin blanc, Chardonnay, etc.

Las condiciones climáticas en la Región de Parras días cálidos y noches frescas, se traduce desde el punto de vista vitivinícola en condiciones idóneas para la producción de vinos de alta calidad.

Shiraz es una variedad de vid de uva tinta, con la que se puede producir un vino de alta calidad, (Galet, 1985). Es una variedad sensible a la clorosis y puede ser víctima de marchitamiento, fenómeno mal comprendido todavía. Posee un vigor medio y es vulnerable a la pudrición gris (*Botrytis cinérea*) y a los ácaros. (Galet, 1985).

Otro aspecto de interés en la producción de la vid lo representa el número de plantas por hectárea, el cual varía entre países productores de uva. Existen diversos factores que influyen en el espaciamiento, tales como la temperatura, fertilidad del suelo, abastecimiento de



humedad, variedad, portainjerto, destino de la producción, medios para el cultivo y otros factores relativos.

En los valles interiores y áreas desérticas de California, los espaciamientos recomendados generalmente son de 1.80 m. por 3.60 m. y raramente 2.40 m. por 4.20 m. por vid que equivalen a 1,350, 1,025 y 875 vides por ha. Las variedades de crecimiento moderado requieren de espacios más cerrados; el espaciamiento más amplio únicamente es adecuado para las variedades más vigorosas y bajo condiciones muy favorables. Muchas vides para vino, de crecimiento vigoroso y prácticamente todas las vides para uvas de mesa, se dan bien en 2.40 m. por 3.60 y 2.40 por 4.20 m. (Winkler, 1981).

Según Reynier y Chauvet (2001) las densidades más frecuentemente utilizadas se sitúan entre 2.000 y 10.000 cepas por hectárea. Por debajo 2.000 plantas ha<sup>-1</sup>., las cepas tienen un desarrollo individual importante, pero insuficiente para colonizar todo el espacio puesto a su disposición, siendo el rendimiento por hectárea insuficiente. Por encima de 10,000 plantas ha<sup>-1</sup>, al contrario, su potencial es más débil y su cultivo resulta más caro.

Un portainjerto vigoroso en un terreno fértil, puede esperarse un vigoroso crecimiento vegetativo y un sombreado excesivo, sin embargo por la competencia entre plantas se frena el crecimiento vegetativo. La producción por planta se reduce, pero puede quedar compensada por la mayor densidad de plantas. El grado de azúcar puede aumentar ya que el periodo vegetativo es más breve (Hidalgo, 1993).

De acuerdo a Reynier y Chauvet (2001), a menor población se presenta un aumento en el potencial y desarrollo de las plantas; que se manifiesta como aumento en la producción por planta, por otro lado al incrementarse la población se reduce la carga y la superficie foliar expuesta, así como el periodo de establecimiento del área foliar, el sistema radicular es más tupido en viñas densas, lo que puede acarrear algún problema en condiciones de sequía extrema. En conclusión, el efecto de la densidad de plantación depende de su incidencia sobre la importancia y la actividad de la parte aérea. Toda modificación de la densidad debe estar acompañada de una elección razonable del modo de reparto del follaje y de los racimos para mantener una calidad y un rendimiento equivalente al de las viñas estrechas (Reyner, 1989).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se llevó a cabo en los viñedos de Agrícolas San Lorenzo, de Parras, Coahuila, México. En el ciclo 2012. En la variedad de Shiraz, plantada en el año 1998, injertada sobre el porta injerto SO-4 (*Vitisriparia* x *Vitisberlandieri*) y están conducidas en espaldera vertical, el suelo del lote experimental es franco, el sistema de riego es por goteo.

---

Se evaluó el efecto de dos distancias entre surcos (2.50 m y 3.00 m) y dos distancias entre plantas (1.00 m y 1.50 m), resultando cuatro combinaciones (Cuadro 1), se evaluaron 5 repeticiones por tratamiento, cada planta representó una repetición, el diseño experimental fue completamente al azar.

CUADRO 1. Combinación de espaciamiento entre surcos y entre plantas la variedad shiraz, 2012.

Tratamientos	Distancia (m) entre:		Densidad
	surcos	plantas	Plantas ha <sup>-1</sup>
T1	2.50	1.0	4000
T2	2.50	1.5	2666
T3	3.00	1.0	3333
T4	3.00	1.5	2222

Las variables que se evaluaron se clasificaron en variables de producción: Número de racimos por planta, Producción de uva por planta (kg), Peso del racimo (gr).y Producción por unidad de superficie (t ha<sup>-1</sup>).

Variables de calidad: Acumulación de Sólidos solubles ( °Brix) y Volumen de la baya (cc):

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de racimos por planta, en el Cuadro 2 observamos que esta variable, se registró un mayor número de racimos a menor densidad sin embargo estas diferencias no fueron significativas.

Producción de uva por planta (Kg), tenemos que en esta variable si se registraron diferencias significativas, (Cuadro 2) en donde los tratamientos T3 y T1, son iguales entre sí, a su vez, T3 es diferente a T2 y T4, cuando se planta a 1.00 m entre plantas. Si bien en principio al tener más espacio entre plantas la producción de uva por planta debería ser más alta, en este caso no es así, probablemente debido a efecto de sobre producción en los años anteriores. Así también si comparamos el plantar a 3.00 con 2.50 m entre surcos la producción de uva por planta es mayor al plantar a 3.00 m. Winkler (1981), menciona que el espaciamiento de las vides, particularmente entre hileras determina un manejo fácil en los trabajos realizados y además genera un menor costo.

Peso del racimo (gr), se registraron diferencias significativas entre tratamientos, se observa que T3 es diferente a T1, T2 y T4, existiendo la tendencia de que cuando las plantas están a 1.00 m

entre ellas tienen mayor peso del racimo, posiblemente también debido a efectos de sobre producción en las plantas a 1.50 m entre ellas, en sus ciclos anteriores.

Rendimiento de uva por unidad de superficie ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), el análisis de varianza indicó diferencias significativas, donde T1 y T3 son iguales entre sí y T2 y T4 también son iguales entre sí pero hay diferencias significativas entre espaciamientos entre plantas (1.0 m y 1.5 m).

CUADRO 2. Componentes de producción de la variedad shiraz bajo cuatro distancias de plantación, 2012.

Distancias de Plantación (m)(surcos – plantas)	Nº de racimos por planta	Producción de uva por planta (kg)	Peso de racimos (gr)	Rendimiento de uva ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
T1 (2.50 x 1.00)	26.0 a	1.87 ab	72 b	7,496 a
T2 (2.50 x 1.50)	29.2 a	1.54 b	52 b	4,106 b
T3 (3.00 x 1.00)	23.8 a	2.50 a	106 a	8,325 a
T4 (3.00 x 1.50)	27.4 a	1.52 b	53 b	3,374 b

Acumulación de sólidos solubles ( $^{\circ}\text{brix}$ ), El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre tratamientos, T1 y T4 son iguales entre sí, pero diferentes a T2 y T3, los cuales son iguales entre sí (Cuadro 3). Sin embargo en todos los tratamientos el azúcar acumulada fue suficiente para obtener productos de primera calidad, se observa la tendencia en el caso de 3.00 x 1.50 que al producir menos uva por planta aumenta considerablemente la acumulación de azúcar. Volumen de las bayas (cc), en esta variable el análisis de varianza no indicó diferencias significativas, registrando que todos los tratamientos fueron iguales entre sí. Toda modificación de la densidad debe estar acompañada de una elección razonable del modo de reparto del follaje, y de los racimos para mantener una calidad y un rendimiento equivalente al de las viñas estrechas (Reynier y Chauvet, 2001).

CUADRO 3. Componentes de calidad de la fruta de la variedad shiraz bajo cuatro distancias de plantación.

Distancias de Plantación (m) (surcos- plantas)	Sólidos Solubles (°Brix)	Volumen de 10 bayas (cc)
T1 (2.50 x 1.00)	25.22 a	11.4 a
T2 (2.50 x 1.50)	22.36 b	12.4 a
T3 (3.00 x 1.00)	23.52 b	12.0 a
T4 (3.00 x 1.50)	26.24 a	8.3 a

### CONCLUSIONES

Los mejores resultados en producción se obtuvieron al plantar a 1.00 m entre plantas, sin deterioro de la calidad. Al utilizar la distancia de 2.50 m entre surcos no se logra ninguna ventaja técnica y si encarece el cultivo, al pasar de 33 a 40 surcos por hectárea.

La mejor densidad de plantación estudiada fue la de 3333 plantas por ha. (3.00 x 1.00 m). En las densidades de plantación estudiadas de 2222 a 4000 plantas ha<sup>-1</sup>, no se observó diferencia en el peso de los racimos, ni en el volumen de las bayas.

### BIBLIOGRAFIA

- Cárdenas, B. L. 2008. La vid. Asociación Mexicana de sommeliers.  
 Galet, P. 1985. Précis d' Ampelographie. Pratique, Impremerie Dehan. Montpellier. France.  
 Hidalgo, T.J.1993. La calidad de vino. Desde el viñedo. Ediciones Mundi- Prensa, Barcelona. España Pp. 11-17.  
 Martínez, T.F.1991. Biología de la vid. Fundamentos, Biológicos de la Viticultura Mundi-Prensa.340.  
 Reynier, A. y M. Chauvet. 2001. Manual de Viticultura. 6ta, Edición. Editorial Mundi-Prensa. Barcelona, España.pp.377, 381  
 Winkler, A. J.1981. Viticultura. Tercera Edición. Editorial, Continental, S.A. de C.V, México. D.F.

## **ESTUDIO DEL EFECTO DEL PORTAINJERTO, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA UVA EN LA VARIEDAD SHIRAZ (*Vitis vinífera* L.)**

**<sup>2</sup>Eduardo Madero Tamargo, <sup>1</sup>Rodolfo Faz Contreras, Angel Lagarda Murrieta, <sup>3</sup>R Judith Pérez Cruz**

<sup>1</sup> INIFAP Campo Experimental de la Laguna Matamoros Coah

<sup>2</sup>Maestro Investigador y <sup>3</sup> Tesista de la UAAAN-UL . E-mail edmad2002@yahoo.com.mx

### **INTRODUCCIÓN**

La vid es la especie más vieja del mundo y es una planta antigua que produce la uva. La mayoría de las uvas que se emplean, ya sea como fruta de mesa o para la elaboración de vino o la obtención de pasas, son de la especie de *Vitis vinífera*, se dice que es originaria de las regiones que quedan entre el sur de los mares Caspio y Negro en el Asia menor. De esa especie se han derivado miles de variedades de vid (Weaver, 1976).

La vid es un cultivo frutícola de importancia económica en todo el mundo, siendo *Vitis vinífera* L. la especie que domina la producción comercial de uva, además de esta especie, se sabe que en el género *Vitis* existen alrededor de 60 especies más, distribuidas principalmente en el hemisferio norte (Winkler, 1970).

La producción de uva en México está dirigida a la mesa, a la pasa, a la vinificación, a la producción de jugo concentrado.

La producción de vino es una de las principales actividades de la viticultura y Shiraz es una variedad productora de vinos tintos de calidad, descendiente de *Vitis vinífera* L., desgraciadamente es muy sensible a la filoxera, por lo que su explotación debe ser siempre sobre portainjertos resistentes (Boulay, 1965).

No hay un portainjerto universal que se adapte a todas las variedades y/o a todas las condiciones edáficas o de producción, ya que estos están influyendo tanto en la cantidad y calidad de la uva, como en modificación del ciclo vegetativo e incluso puede provocar incompatibilidad y/o rechazo total, por lo que es necesario determinar la mejor combinación portainjerto – variedad (Hidalgo, 1975). Por lo anterior en el presente trabajo se planteó como objetivo determinar el efecto del portainjerto, sobre la producción y calidad de la uva en la variedad Shiraz (*Vitis vinífera* L.).

Un viticultor debe seleccionar adecuadamente el portainjerto para su viñedo, ya que depende de aquel su éxito y la longevidad de dicho viñedo. Actualmente no existe un portainjerto que se pueda emplear para una extensa región debido a la gran variedad de suelos, topografía y la

adaptación de cepas. El portainjerto se selecciona tomando en cuenta la resistencia filoxérica, resistencia a suelos calcáreos, a la sequía, a las sales, a nematodos, adaptación a terrenos ácidos, vigor y a la precocidad o retraso de la cosecha (Larrea, 1981).

En medios con vocación de calidad, debe escogerse el portainjerto más vigoroso entre los más débiles adaptados a las circunstancias, mientras que en situaciones con vocación de cantidad debe elegirse el portainjerto que mejor se adapta a las condiciones del medio, con desarrollo vigoroso, inductor de rendimientos elevados (Hidalgo, 1975).

Es de tener también en cuenta que los portainjertos de desarrollo muy vigoroso inducen al corrimiento del racimo de las variedades de vinífera, propensas a ello, además hay mayores riesgos de enfermedades criptogámicas. Por el contrario, los portainjertos de vigor medio, en terrenos a los que están adaptados, dan fructificaciones regulares y abundantes, con producciones y maduraciones normales (Hidalgo, 1975).

Los portainjertos de muy débil desarrollo deben ser aconsejados con extremada prudencia, solamente para terrenos muy buenos y muy particulares, que limitan su utilización (Hidalgo, 1975).

Portainjerto 101-14. Confiere un vigor débil y favorece la precocidad, es sensible a la acidez de los suelos y a la presencia de caliza, no tolera la sequía, pero si los excesos de humedad, adaptándose bien a terrenos frescos, dando buenos resultados en suelos no demasiado pobres, ni tampoco demasiado secos (Hidalgo, 2006). Tiene un sistema radicular delgado, alta resistencia a filoxera, a nematodos, su ciclo vegetativo es corto, por lo que madura bien sus sarmientos. Se enraíza con facilidad y su injerto en banco es bueno. No se han reportado incompatibilidad con ninguna variedad. Soporta el 0.4‰ de salinidad, provoca excesiva caída de flores (Galet, 1988). Es un portainjerto débil aconsejado para producir vinos rojos de gran calidad. En terrenos pobres, pedregosos y con pocas sustancias orgánicas puede resultar demasiado débil y no garantizar a la vid una adecuada renovación vegetativa. (Marro, 1989).

420-A Tiene una buena resistencia a filoxera, su vigor es reducido, pero induce una fructificación muy buena en las variedades que se injertan sobre él. Ofrece una resistencia media a los nematodos y muy buena tolerancia a los suelos calizos (hasta el 30% de cal activa), se comporta muy bien en suelos compactos, poco profundos, y soportando la sequía. Su resistencia a las enfermedades criptogámicas es buena. Los sarmientos no enraízan muy bien (Calderón, 1998, Galet, 1990).

SO-4 Es tolerante a nematodos, su sistema radical es superficial se adapta muy bien a suelos pesados. Ha dado buenos resultados en las plantaciones de Chardonnay y Sauvignon Blanc no

es para producir vinos baratos (Galet, 1988). Induce vigor moderado al cultivar injertado, resistente a los nematodos *Meloidogyne sp.* y *Xiphinema sp.*, a filoxera y a suelos alcalinos, resistencia media a suelos compactados y a la carencia de potasio, escasa resistencia a la sequía, es sensible a la salinidad y muy sensible a la carencia de magnesio. En 1992, Pérez se refirió a una tendencia de este porta injerto a atrasar la madurez e impedir la normal coloración de las bayas (Galet, 1988). Se ha demostrado que con el portainjerto SO-4 se tiene mayor producción de uva por unidad de superficie. También se demostró que en cuanto a calidad sigue sobresaliendo (López, 2009).

140- Ru Resistente a la caliza activa, del orden de 25 a 30%. Planta muy rústica, se complace en tierras arcillo-calizas, profundas, pedregosas, secas en verano. Su enorme vigor lo conduce algunas veces a favorecer la instalación de podredumbre gris, retarda un poco la maduración (Galet, 1988). Se puede usar en climas calientes. En regiones frescas puede retrasar la maduración o causar vigor excesivo (Galet, 1988).

1103-P Es vigoroso y tiene un buen comportamiento en suelos arcillosos calcáreos, tolera la salinidad, tolera el 0.7‰ de cloruro de sodio, es tolerante a la deficiencia de magnesio, de igual manera resiste el 17% de cal activa. Es un portainjerto que resiste la sequía, la filoxera, nematodos y es sensible a la humedad, su prendimiento en injerto es medio. (Galet, 1988).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se desarrolló en el ciclo 2012, en el viñedo de Agrícola San Lorenzo, en la variedad Shiraz, plantada en 2006, a 2.50 m entre surcos y 1.00 m entre plantas (4,000 plantas ha<sup>-1</sup>), conducida en cordón unilateral, con espaldera vertical. Se evaluaron 5 tratamientos (portainjertos: 101-14; 420-A; SO-4; 140-Ru y 1103-P), con 5 repeticiones cada uno, cada repetición es una planta, el diseño utilizado fue bloques al azar.

Variables de producción evaluadas: Número de racimos por planta. Se contaron todos los racimos existentes en cada planta, producción de uvas por planta (Kg), al momento de la cosecha se pesó la uva obtenida por planta, en una báscula de reloj con capacidad de 20 Kg, Peso promedio de racimos (g): Se obtuvo de dividir el peso total de la uva cosechada, entre el número de racimos por planta, Producción de uva por unidad de superficie (t ha<sup>-1</sup>), se obtuvo multiplicando la producción de uva por planta, por la densidad de población en este caso 4000 plantas ha<sup>-1</sup>.

variables de calidad evaluadas: Acumulación de sólidos solubles ( $^{\circ}$  Brix), para esto se tomaron 10 uvas al azar de cada repetición, se colocaron dentro de una bolsa de plástico, donde se maceraron y se tomó una muestra para leerse en el refractómetro de mano con escala de 0-32 $^{\circ}$  Brix, volumen de la baya (cc), en una probeta de 500 ml, se colocaron 100 ml de agua, y se dejaron caer 10 uvas tomadas al azar de cada repetición, leyendo el desplazamiento que haya tenido el líquido y número de bayas por racimo, se tomó un racimo por cada repetición y se contó el número de bayas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza el número de racimos por planta, (Cuadro 1), presentó diferencias significativas, el portainjerto SO-4 fue similar estadísticamente a los portainjertos 101-14 y 420-A, pero diferente a los portainjertos 140-Ru y 1103-P. El portainjerto SO-4 es el que más sobresale con 46.6 racimos por planta, mientras que el portainjerto 140-Ru es el más bajo con 19.8 racimos por planta.

Producción de uva por planta (kg) también registró diferencias estadísticas entre medias los portainjertos SO-4 y 101-14 fueron similares estadísticamente pero diferentes a los portainjertos 420-A, y 1103-P. Dentro de esto el portainjerto que más sobresale es el SO-4 con 6.8 kg por planta y el de menor producción de uva por planta es 140-Ru con 2.8 kg por planta.

Peso del racimo (gr) en esta variable no se encontraron diferencias significativas, con un peso promedio del racimo de 121.2 a 174.8 gr.

Producción de uva por unidad de superficie (t ha $^{-1}$ ) en esta variable se registraron diferencias altamente significativas el portainjerto SO-4 fue igual estadísticamente al portainjerto 101-14, pero diferente a los portainjertos 420-A, 140-Ru y 1103-A. El portainjerto SO-4 fue el que obtuvo mayor producción por unidad de superficie con toneladas por hectárea que fue 27.28 t ha $^{-1}$  y el de menor fue 140-Ru con 11.12 t ha $^{-1}$ .

CUADRO 1 componentes de producción de la variedad shiraz sobre cinco portainjertos 2012.

Clon	Nº de racimos por planta	Peso de uva por planta (kg)	Peso de racimos (kg)	Rendimiento (t ha $^{-1}$ )
PT-23	32.6 a	3.02 a	0.092 a	12.08 a
1654	28.4 ab	2.41 ab	0.079 a	9.64 ab



---

304	24.2 ab	1.46 ab	0.063 a	5.84 ab
174	23.2 ab	2.28 ab	1.08 a	9.10 ab
1127	18.0 b	1.11 b	0.061 a	4.44 b

---

En las variables de calidad en acumulación de sólidos solubles (°brix) se registraron diferencias significativas (Cuadro 2), el portainjerto 420-A fue igual estadísticamente al portainjerto 1103-P, con 24.62 y 23.40 °brix, respectivamente y el portainjerto 420-A, es diferente a los portainjertos 101-14, SO-4 y 140-Ru con alrededor de 21 a 22 °brix. El portainjerto que más sobresalió es 420-A con 24.62 °brix y SO-4 fue el de menor cantidad de °brix. En todos los casos la cantidad de azúcar es suficiente para la obtención de productos de calidad.

Volumen de la baya (cc) se registraron diferencias significativas entre medias, los portainjertos 101-14, 420-A y SO-4 fueron iguales estadísticamente y el portainjerto 420-A fue diferente al 140-Ru y al 1103-P, sobresaliendo el 420-A con 13.2 cc. Champagnol, (1984) menciona que existe una relación entre el volumen de la baya y la calidad, en donde las uvas más pequeñas tienen mejor relación entre volumen y cantidad de jugo, en cambio en las uvas grandes la cantidad de jugo es mayor y hay menos calidad.

Número de bayas por racimo para esta variable, no existe diferencia significativa entre portainjertos, por lo tanto los portainjertos son iguales estadísticamente con un número promedio de uvas por racimo de 93 a 146 uvas.

En las variables de calidad en acumulación de sólidos solubles (°brix) se registraron diferencias significativas (Cuadro 2), el portainjerto 420-A fue igual estadísticamente al portainjerto 1103-P, con 24.62 y 23.40 °brix, respectivamente y el portainjerto 420-A, es diferente a los portainjertos 101-14, SO-4 y 140-Ru con alrededor de 21 a 22 °brix. El portainjerto que más sobresalió es 420-A con 24.62 °brix y SO-4 fue el de menor cantidad de °brix. En todos los casos la cantidad de azúcar es suficiente para la obtención de productos de calidad.

Volumen de la baya (cc) se registraron diferencias significativas entre medias, los portainjertos 101-14, 420-A y SO-4 fueron iguales estadísticamente y el portainjerto 420-A fue diferente al 140-Ru y al 1103-P, sobresaliendo el 420-A con 13.2 cc. Champagnol, (1984) menciona que existe una relación entre el volumen de la baya y la calidad, en donde las uvas más pequeñas tienen mejor relación entre volumen y cantidad de jugo, en cambio en las uvas grandes la cantidad de jugo es mayor y hay menos calidad.

Numero de bayas por racimo para esta variable, no existe diferencia significativa entre portainjertos, por lo tanto los portainjertos son iguales estadísticamente con un número promedio de uvas por racimo de 93 a 146 uvas.

CUADRO 2. Componentes de calidad de la fruta de la variedad shiraz, sobre cinco portainjertos. 2012

Clon	Nº de Bayas por Racimo	Volumen de Bayas (cc)	Solidos Solubles (°Brix)
PT-23	107.2 a	11.6 a	24.24 a
1654	105.0 a	13.0 a	24.60 a
304	126.8 a	12.8 a	24.32 a
174	77.6 a	11.4 a	24.88 a
1127	99.6 a	11.6 a	24.48 a

### CONCLUSIONES

Los mejores portainjertos, para producción de uva sin deterioro de la calidad son el SO-4 y el 101-14, hay diferencia en la cantidad de azúcar pero es suficiente para obtener productos de calidad.

En la producción de uva por unidad de superficie con el portainjerto SO-4 se obtuvo 27.28t ha<sup>-1</sup> y con el portainjerto 101-14 se obtuvo 21.36 t ha<sup>-1</sup>.

### BIBLIOGRAFÍA

- Boulay, H. 1965. Arboricultura y Producción Frutal. De AEDOS. Barcelona, España. pp.401.
- Calderón, E.A. 1998. Fruticultura General. 3<sup>ra</sup> edición. Editorial Limusa. México D.F.
- Galet, P. 1988. Cépages et Vignobles De France. Tome 1. Les Vignes Américaines. Imprimerie Charles Dehan. Montpellier, France.
- Galet, P. 1990. Cepages et Vignobles de France. Tome II. L'Âmpelographie Francaise. II Edition. Imp. Charles Dehan. Montpellier, France.
- Hidalgo, L. 1975. Los Portainjertos en la Viticultura. INIA, cuaderno número 4. Madrid 11.
- Hidalgo, T. J. 2006. La calidad del vino desde el viñedo. Editorial mundi prensa España. P. 27.
- Larrea, R. A. 1981. Viticultura básica. 1ra. Edición. Editorial AEDOS. España. Pp.82.

- López, H. L. M. 2009. Efecto del portainjerto sobre la producción y calidad de la uva en la variedad Cabernet sauvignon (*Vitis vinífera* L.), en la región de Parras, Coah. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL.
- Marro, M. 1989. Principios de viticultura. Ed. Ceac. 1ra. Edición. España. Pp. 93-94.
- Pérez, M. I. 2002. La filoxera el invasor que vino de América. Entomología aplicada (IV). Comunidad virtual de entomología. Universidad de la Rioja. Departamento de Agricultura y Alimentación. [En línea],
- Weaver, R.J. 1976. Grape Growing A. Wiley-interscience publication New York USA.
- Winkler, A.J. 1970. Viticultura. 2da. Edición. CECSA. México.

---

---

## SUSTRATOS ORGÁNICOS Y CALIDAD NUTRACEUTICA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE EN INVERNADERO

**Fortis-Hernández M.<sup>1\*</sup>; González-Betancourt M. L.<sup>1</sup>; Preciado-Rangel P.<sup>1</sup>; Segura-Castruita M. A.<sup>1</sup>; Esparza-Rivera J. R.<sup>2</sup>; Chavarría-Galicia J.A.<sup>1</sup>; Ruíz Ortega F.J.**

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón (ITT). DEPI. Maestría en Ciencias en Suelos. Ejido Anna km 7.5 Carr. Antigua Torreón – San Pedro. Torreón, Coahuila, CP 27170, México.; (871) 7507189.<sup>2</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Químicas. Gómez Palacio, Durango. México. \* Autor responsable: [fortismanuel@hotmail.com](mailto:fortismanuel@hotmail.com). Proyecto Financiado DGEST: 5169.13-14.P.

### INTRODUCCIÓN

La tendencia en los consumidores es preferir alimentos libres de agroquímicos, inocuos y con alto valor nutricional, en especial aquellos que son consumidos en fresco. La producción orgánica ha representado una opción para la generación de este tipo de alimentos, ya que es un método agrícola que no utiliza fertilizantes ni plaguicidas sintéticos. Además, es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y al medio ambiente (Alrøe y Kristensen, 2004).

Ante el incremento del precio de los fertilizantes sintéticos y al efecto que se atribuye su utilización excesiva sobre la contaminación del ambiente, se ha vuelto necesario aplicar los elementos nutritivos a los cultivos en forma racional, ya que con el paso de los años se han hecho evidentes los riesgos que implica su uso sobre la salud humana. Una alternativa ha sido la utilización de abonos orgánicos, como el estiércol.

En la Comarca Lagunera, Cuenca lechera más importante del país con más de 550,000 cabezas de ganado bovino, se excretan anualmente 1,200,000 toneladas de estiércol base seca (SAGARPA, 2010). Este residuo puede emplearse para elaborar vermicompost o humus de lombriz. Los beneficios de éstos abonos orgánicos son evidentes, compost ha mejorado las características de los suelos, tales como fertilidad, capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del nitrógeno, fósforo y potasio, mantiene valores de pH óptimos para el crecimiento de las plantas y fomenta la actividad microbiana (Márquez *et al.*, 2014) y como sustrato han sido utilizados en cultivos en invernadero ya que no contaminan el ambiente (Rodríguez *et al.*, 2007). El efecto de vermicompost en algunos cultivos hortícolas, como el tomate y bajo condiciones protegidas, es que se incrementa el rendimiento y calidad del fruto. En relación al concepto nutracéutico éste se encuentra entre un producto natural no elaborado y una sustancia química xenobiótica o extraña para el organismo (Adalid *et al.*, 2007). Los

alimentos ya no sólo son evaluados en términos de macronutrientes y micronutrientes, si no que se analiza además el contenido de otros componentes activos y su papel en la prevención y tratamiento de enfermedades; es por esto que se toma en cuenta la concentración de su ingestión diaria (Gutiérrez *et al.*, 2007). Para obtener información más detallada del uso de sustratos orgánicos y dar utilidad apropiada a la gran cantidad de estiércol producido en las zonas ganaderas, es necesario desarrollar nuevas tecnologías de producción buscando encontrar la mejor mezcla de estos, su plena caracterización física y química de tal manera que permitan el desarrollo eficiente del cultivo. En este sentido el presente trabajo pretende analizar las propiedades físico-químicas de sustratos elaborados con mezclas de abonos orgánicos de estiércol bovino tratado para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero, evaluar su producción y calidad nutracéutica.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en invernadero en el año 2012 en el Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), ubicado en el km 7.5 de la antigua carretera Torreón – San Pedro, Municipio de Torreón, Coahuila. Se evaluaron los abonos orgánicos; vermicompost (VER), Compost (COM) y estiércol solarizado (ES), mezclados en diferentes proporciones con arena (A), piedra pómez (P) y suelo agrícola (S). Se generaron los siguientes tratamientos: T1=80%A%+20%VER; T2=90%A%+10%COM; Testigo con Solución Steiner (T3=80%A+20%P); T4=80%A+5%S+15%VER; T5=85%A+15%ES y T6=80%A+5%S+15%ES.

Se utilizaron contenedores o bolsas de plástico de polietileno calibre 800, color negro de 10 kg de capacidad. Las macetas se instalaron a doble hilera, con 30 cm entre plantas, con una densidad de población de 4 plantas por m<sup>2</sup>. La separación entre hileras fue de 0.90 m. El diseño experimental fue completamente al azar con seis tratamientos y cinco repeticiones cada uno, dando como resultado 30 unidades experimentales. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) ( $F \leq 0.05$ ) y la prueba de Separación de Medias por el método de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1998). El tomate evaluado fue *Lycopersicon esculentum* Mill de la variedad Sahel tipo Saladette. Se emplearon productos orgánicos para control de plagas como mosquita blanca y enfermedades como la virosis, las cuales incluyeron repelentes orgánicos como: aceite vegetal de Neem, extracto de ajo, etc. Los riegos fueron aplicados a cada sustrato de la siguiente manera; en las primeras etapas fenológicas del cultivo se aplicaron 500 ml de agua por cada maceta por día. Posteriormente el criterio de riego fue aplicar 1 L de agua por maceta. En el caso del tratamiento testigo (arena), el criterio de riego fue aplicar dos veces al día 500 ml de la Solución Steiner siempre controlando regar con un pH

de 5 a 6 y una conductividad eléctrica de 2 dS m<sup>-1</sup>. Las variables evaluadas fueron: caracterización física y química de los sustratos (Ansorena, 1994); rendimiento (kg m<sup>-2</sup>) y calidad nutracéutica (Esparza *et al.*, 2006).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Propiedades físicas de los sustratos evaluados

Las propiedades físicas de los sustratos evaluados fueron diferentes en cuanto a porosidad total, porosidad de aireación y capacidad de retención de agua, siendo el tratamiento 1 (80 A+ 20 VER) el de mayor porosidad total, seguido del tratamiento 3 (80 Arena+ 20 perlita). Por otra parte, el tratamiento 2 (90A+ 10ES) fue el que presentó los mayores valores para densidad aparente y densidad de partículas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados de las propiedades físicas de sustratos evaluados en la producción de tomate en invernadero.

Tratamientos	PT* %	Pa %	CRA %	Da mg m <sup>-3</sup>	Dp mg m <sup>-3</sup>
T1 (80A+20VER)	39.60 a	0.98 a	39.60 a	1.20 b	2.03 a
T2 (90A+10ES)	36.90 cd	0.82 cd	36.90 cd	1.30 a	2.05 a
T3 (80A+20P)	38.93 ab	0.89 abc	38.90 ab	1.10 c	1.76 c
T4 (80A+5S+15VER)	37.40bc	0.85 bcd	37.40 c	1.20 b	2.00 a
T5 (85A+15COM)	35.63 d	0.97 ab	35.60 d	1.20 b	1.97 b
T6=(80A+5S+15 ES)	35.90 c	0.73 d	35.90 cd	1.20 b	1.91 b

\*Propiedades físicas evaluadas en el Laboratorio de Suelos del Instituto Tecnológico de Torreón. PT= Porosidad total %, Pa= Porosidad de aireación %, CRA= Capacidad de retención de agua%, Da= Densidad aparente mg m<sup>-3</sup>, Dp= Densidad de partículas mg m<sup>-3</sup>. \*A= Arena; VER = Vermicompost; COM = Compost mineralizada; S=Tierra; ES = Estiércol Solarizado.

## Propiedades químicas de los sustratos evaluados

En el Cuadro 2, se observa que el contenido de elementos nutritivos presentes en los tratamientos T1, T4 y T6, presentaron mayor contenido de nutrientes.

Cuadro 2. Análisis químico inicial de sustratos evaluados para producción de tomate en invernadero. Torreón, Coah. 2012.

Tratam.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Fe	Zn	Mn	pH	CE	MO	RAS	PSI	CIC
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----							dS	%			meq
								m <sup>-1</sup>				L <sup>-1</sup>
T1	6.13	38.33	225.9	23.01	1.48	3.75	8.42	0.75	4.83	4.14	4.63	8.75
T2	7.27	48.53	203.7	0.38	0.66	1.28	8.03	1.52	1.92	2.73	2.69	6.00
T4	4.54	67.63	220.3	7.35	2.04	4.25	8.13	2.20	6.37	3.26	3.43	11.25
T5	6.89	45.89	225.4	13.74	2.08	4.19	8.09	3.01	5.98	4.25	4.77	8.50
T6	8.28	37.90	319.8	8.63	2.10	3.24	8.14	4.27	4.28	4.87	5.59	7.75
	----- mg L <sup>-1</sup> -----											
T3	168	31	273	2.00	0.90	0.70	5.50	2.00	-	-	-	4.50

Fuente: Análisis elaborados en la Cooperativa de la Comarca Lagunera (2012-2013).

## Metales pesados Plomo (Pb) y Cadmio (Cd)

Los valores obtenidos en Cadmio y Plomo van de un rango de 0.18 a 0.36 mg kg<sup>-3</sup> y de 80.7 a 83.1 mg kg<sup>-3</sup>, respectivamente. El tratamiento 3 (Solución Steiner) mostró los mayores valores (Tukey,  $P \leq 0.05$ ) de Pb y Cd. En los sustratos orgánicos el Pb y Cd se comportaron de una manera similar entre los tratamientos. En vermicompost, compost y estiércol solarizado fueron estadísticamente iguales para ambos metales pesados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Concentración de Plomo (Pb) y Cadmio (Cd) en los sustratos orgánicos evaluados para producción de tomate en invernadero.

Tratamientos	Cadmio mg kg <sup>-3</sup>	Plomo mg kg <sup>-3</sup>
T1= 80%A+20%VER	0.24 ab	80.7 a
T2= 90%A+ 10%ES	0.18 b	81.8 a
T3=80%A+ 20%P	0.36 a	83.1 a
T4=80%A+ 5%SA+15%VER	0.18b	82.8 a
T5=85%A+15%COM	0.29 ab	82.8 a

T6= 80%A+ 5%SA+ 15%ES	0.23 ab	82.1a
LMP	0.7- 3	150-200

\*Valores con letras iguales dentro de cada columna son similares estadísticamente (Tukey,  $P \leq 0,05$ ). \*\* LMP (Límite máximo permisible) Álvarez *et al.* (2013).

Rendimiento

El rendimiento de fruto fue afectado por los sustratos evaluados teniendo el tratamiento 3 (Solución Steiner) 2.18 kg planta<sup>-1</sup> y 8.75 kg m<sup>-2</sup>. El tratamiento 4 de suelo con vermicompost fue el mejor tratamiento orgánico con un rendimiento de 1.47 kg planta<sup>-1</sup> y 8.70 kg m<sup>-2</sup> (Figura 1). Márquez *et al.* (2014), señalan que las plantas desarrolladas en sustratos con vermicompost requieren ser fertilizadas, porque el sustrato resulta deficiente en nutrientes al ser lixiviados o absorbidos por la planta.

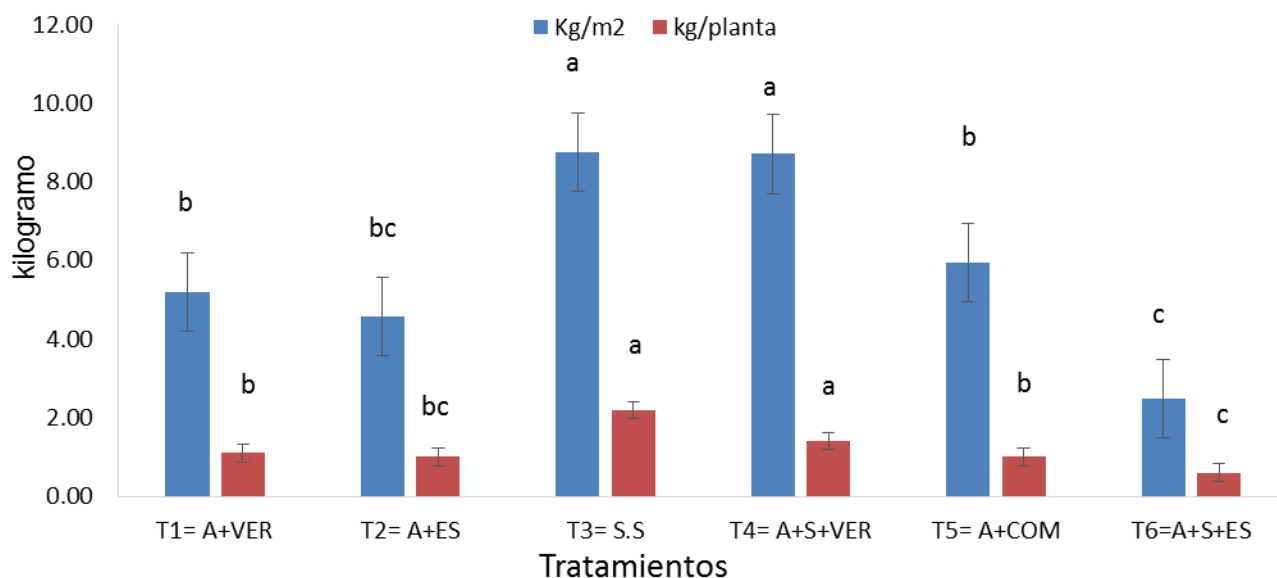


Figura 1. Rendimiento de tomate producido con sustratos orgánicos en invernadero

Contenido fitoquímico de tomate orgánico

El contenido fenólico del fruto producido en el presente experimento fue de 17.4 a 28.9 mg equiv. de Ac. Gálico 100 g en pesos fresco, los cuales coinciden con los reportados por Zapata *et al.* (2007), quienes mencionan un contenido fenólico de  $17,38 \pm 4,40$  y  $18,97 \pm 5.57$  mg GAE en 100 g tomate fresco en etapa de maduración y comercial. Así mismo Toor *et al.* (2006) reportan contenidos de fenoles de tomates cultivados en invernadero entre 15,7 y 20,14 mg GAE en 100 g tomate fresco. Sin embargo, el tipo de sustrato no tuvo efecto sobre el contenido de licopeno del fruto fresco ( $P \leq 0.05$ ). El contenido de licopeno del tomate producido con



sustratos orgánicos fue de 2.05 a 2.77 mg en 100 g de tomate fresco mientras que el fruto producido bajo fertilización química (Solución Steiner) fue de 2.93 mg en 100 g de tomate fresco.

### CONCLUSIONES

El rendimiento de tomate fue mayor con la utilización de la solución Steiner (8.75 kg m<sup>-2</sup>), sin embargo, con la mezcla de arena más tierra y vermicompost se obtuvieron rendimientos estadísticamente iguales (8.70 kg m<sup>-2</sup>). La calidad Fitoquímica, específicamente contenido de licopeno del tomate fresco producido con las mezclas de materiales orgánicos usadas en el presente estudio resultó igual a la calidad Fitoquímica del producto obtenido bajo fertilización tradicional (Solución Steiner), lo cual indica la factibilidad de estos tratamientos para su implementación en la producción orgánica de tomate.

### BIBLIOGRAFÍA

- Adalid, A.M., J.M Herrero-Martínez, S. Roselló, A. Maquieira, F. Nuez (2007). Fast determination of prominent carotenoids in tomato fruits by CEC using methacrylate ester-based monolithic columns. *Electrophoresis* 28: 4120–4127.
- Alrøe, H. F.; Kristensen, E. S. 2004. "Basic principles for organic agriculture: Why and what kind of principles?" *Ecology & Farming*: 1-8.
- Ansorena, J. 1994. Libro: Sustratos: Propiedades y caracterización. Mundi-prensa. Madrid, España. ISBN: 84-7114-481-6. 172 p.
- Esparza, R.J.R, M.B. Stone, C. Stushnoff, E. Pilon Smith, P.A. Kendall (2006). Effects of Ascorbic acid applied by two hydrocooling methods on physical and chemical properties of green leaf lettuce stored at 5 °C. *Journal of Food Science* 71:270-276.
- Gutiérrez, M. F.A., J. Santiago Borraz, J.A. Montes Molina, C. Carlos Nafate, M. Abud Archila, M.A. Oliva Laven, R. Rincón Rosales y L. Dendooven (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology* 98: 2781-2786.
- Márquez-Quiroz C., P. Cano-Ríos, A. Moreno-Reséndez, U. Figueroa Viramontes, E. Sánchez-Chávez, E. De la Cruz-Lázaro y V. Robledo-Torres (2014). Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladette en invernadero. *ITEA*, 110 1: 3-17.
- Rodríguez, Dimas N., P. Cano Ríos, E. Favela Chávez, U. Figueroa Viramontes, V. de Paul Álvarez., A. Palomo Gil, C. Márquez Hernández, A. Moreno Reséndez (2007). Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(2): 185-192.
- SAS Statistical Analysis System (2002). SAS software version 9.1. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (2010). <http://www.siap.gob.mx/>, (Consulta: mayo 5, 2014).
- Toor R.K, G.P. Savage (2006). Changes in major antioxidant components oftomatoes during post-harvest storage. *Food Chem.* 99:724-727.
- Zapata L.M., Gerard L., Davies C., Schvab M.C. 2007. Estudio de los componentes antioxidantes y actividad antioxidante en tomates Ciencia, Docencia y Tecnología. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. vol. XVIII, núm. 35, noviembre, 2007, pp. 175-193, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

---

---

## ADAPTACIÓN DE POBLACIONES DE MAÍZ TROPICAL A CLIMA TEMPLADO MEDIANTE SELECCIÓN MASAL

**Norma Santiago-López<sup>1</sup>, J. Jesús García-Zavala<sup>1</sup>, Gilberto Esquivel-Esquivel<sup>2</sup>, José Domingo .Molina-Galán, Apolinar Mejía-Contreras<sup>1</sup> Armando Espinoza-Banda<sup>3</sup>,  
Ulises Santiago-López<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados- Campus Montecillo. Carretera México Texcoco, km 36.5, Montecillos, Texcoco, Estado de México. <sup>2</sup>Campo experimental valle de Mexico .Carr.Los Reyes- Texcoco, Edo. De Mexico. <sup>3</sup>Departamento de fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <sup>4</sup>INIFAP - CIR Noreste - C.E. San Luis ([nsantiago@colpos.mx](mailto:nsantiago@colpos.mx))

### INTRODUCCIÓN

México ha sido reconocido como el cuarto país más rico en diversidad biológica y especialmente como centro de origen del maíz. El uso del maíz en México es integral: se aprovechan todas sus partes de la planta y del grano (Goldsworthy, 1974)). El consumo promedio diario de maíz en el país es de 350 gramos diarios *per capita*, a través de 600 presentaciones diferentes en la alimentación (SAGAR, 2000).

Actualmente se siembra en todo el país, y la mayoría de las regiones donde se cultiva este grano dependen del temporal y de campesinos cuya producción es destinada al autoconsumo, por lo que su agricultura ha generado y continúa ofreciendo una diversidad genética muy amplia (Kato *et al.*, 2009).

Por la importancia multifactorial del maíz en México, el rendimiento y la calidad (Molina, 1990) son los principales factores de atención para este cultivo. En este sentido, los avances de la ciencia y la tecnología en el sector agrícola se han promovido desde los años cuarenta del siglo XX con el uso de insumos que mejoren y aumenten la producción de los cultivos, como fertilizantes y pesticidas. Sin embargo, este modelo de producción intensivo también ha generado preocupaciones por las consecuencias en los ámbitos ambientales, de salud, económicas, políticas y sociales (Allard, 1980).

Sin embargo, los avances tecnológicos en el caso del maíz han llevado al remplazo de variedades nativas por mejoradas; a partir de esto y partiendo de la premisa que la adaptabilidad es un carácter heredado genéticamente por las plantas a través de su proceso evolutivo, y su valor relativo está determinado principalmente por el grado de estabilidad y productividad de las variedades sometidos a diferentes ambientes, sus implicaciones en el mejoramiento de plantas son muy importantes para obtener la combinación de genes y acumulación de alelos favorables que dan como resultado el potencial genético de una especie.

Desde el punto de vista agronómico Lin y Binns (1994) definen al termino adaptabilidad como el rendimiento de un cultivo: un cultivar se considera bien adaptado a una región si su rendimiento es alto con relación al resto de los cultivares; en contraste, la estabilidad se refiere a la variabilidad del rendimiento: un cultivar se considera estable si su variabilidad es baja.

El conocimiento de la asociación entre los varios caracteres y el rendimiento facilita la identificación de aquéllos que pueden ser mejorados simultáneamente durante la evaluación y selección de los materiales genéticos.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

En el ciclo Primavera-Verano 2007 se evaluaron dos experimentos uniformes, uno en el Colegio de Postgraduados (COLPOS), y el otro en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) bajo condiciones de temporal; el material genético utilizado fueron cuatro poblaciones de maíz tuxpeño ciclo uno (desadaptado) y su ciclo avanzado ciclo siete (adaptado) en comparación con tres testigos comerciales: H-S2, Promesa y San José; se empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

La preparación del terreno se hizo en forma mecánica y consistió en barbecho, rastreo, cruza y surcado. En ambas localidades la siembra se hizo en marzo de 2013, depositando 2 semillas por sitio cada 50 cm. En ambos sitios el tamaño de la parcela fue un surco de 6 m de longitud. La siembra fue en surcos con separación de 0.70 m, con una densidad de 60000 plantas por hectárea.

La cosecha se realizó de forma manual; colectando todas las mazorcas de cada parcela, incluidas las dañadas, los datos de las variables longitud de mazorca, hileras por mazorca y granos por hilera, se tomaron de diez mazorcas, obteniendo al final un promedio. Previamente en campo se habían tomado las variables días a floración masculina, cuando el 50 % de las plantas de la parcela liberaban polen, días a floración femenina, cuando el 50 % de las plantas, en la parcela habían expuesto los estigmas, en por lo menos tres centímetros; altura de planta, tomada en cinco plantas de la base del tallo al nudo de inserción de la espiga; altura de mazorca de la base del tallo al nudo de inserción de la mazorca superior.

Para calcular el rendimiento de grano se aplicó la fórmula siguiente:

$$\text{Rendimiento} = (\text{PC} \times \% \text{MS} \times \% \text{G} \times \text{FC}) / 8600$$
 (Espinosa et al. 2010),  
en donde:

PC = peso de campo de la totalidad de las mazorcas cosechadas por parcela expresada en kilogramos.

% MS = por ciento de materia seca de la muestra de grano de 5 mazorcas recién cosechadas.

% G = por ciento de grano.

FC = Factor de conversión para obtener el rendimiento por ha<sup>-1</sup> que se obtiene al dividir 10000 m/el tamaño de la parcela útil en m<sup>2</sup>.

8600 = valor constante que permite estimar el rendimiento con una humedad al 14 %, que se usa para el grano en forma comercial.

El análisis de varianza se realizó paquete estadístico SAS v.9. La comparación de medias se hizo con el método Tukey a una probabilidad de error del 0.05 de significancia para cada una de las variables.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis de varianza (Cuadro 1) mostró diferencias significativas y altamente significativas para el efecto genotipos, ambientes y la interacción genotipos x ambientes que agrupa tanto a poblaciones del ciclo 1 (desadaptadas), ciclo 7 (adaptadas), y testigos que indica respuestas diferenciales de las variedades en los ciclos de cultivo y en los diferentes ambientes de prueba. Estas diferencias se explican en virtud de la diferencia intrínseca del material genético utilizadas y de la interacción de los materiales con el ambiente. El material genético del ciclo siete presentó un rendimiento de 7749110.4 kg/ha superior del ciclo uno 624912.6 kg/ha; esto nos indica que el material se considera adaptado (Lin y Binns 1994).

Por otro lado, las diferencias entre cultivares resultó significativa para rendimiento y altamente significativa para altura de planta y altura de mazorca para el ciclo 1, respecto al ciclo 7 considerado como material adaptado la AP y AM no se encontraron diferencias por lo que indica que la población es más uniforme; para las variables LM, DM, NH, GH en el C1 no presentaron diferencias esto se debe a que los materiales son homogéneos; con respecto al C7 las muestras presentaron diferencias significativas esto se debe a los cambios genéticos ocurridos en el proceso de adaptación de los organismos con respecto al ambiente.

Tabla 1. Análisis de varianza, coeficiente de variación y valores medios de cuatro poblaciones de maíz tuxpeño ciclo uno (desadaptado) y su ciclo avanzado ciclo siete (adaptado) en comparación con tres testigos comerciales.

FV	GL	REN	FM	FF	AP	AM	LM	DM	NH	GH
AMB	1	2999208	4049.8**	3971.9**	1901.7*	4574**	6303.4**	435.3**	0.74	32.1*
REP(AMB)	4	762496	19.88*	22.8**	1101.9*	620.2**	272.35	13.9	0.24	3.83
GEN	11	100139412**	178.5**	186.1**	7176.80**	2183.04**	5508.58**	605.9**	10.4**	38.7**
C1	3	624912.6*	6.78	4.15	3544.7**	1233.4**	364.6	69.95	2.72	20.72
C7	3	7749110.4*	21	19.28	507.51	232.73	397.2*	13.1*	0.44	8.44
TES	2	11452610.9*	48.22	63.39	279.69	343.61	693.4**	5.17	0.72	12.7**
GEN*AMB	17	5015643**	8.73	10.61	501.13*	479.62*	2873.83**	211.5**	1.11	35.7**
ERROR	68	836818	6.03	5.9	246.37	149.19	353.41	38.32	0.59	3.82
MEDIA		6055.77	95.98	98.45	218.08	105.83	120.06	40.67	15.06	30.19
C.V.		15.11	2.56	2.47	7.2	11.54	15.66	15.22	5.12	6.48

\*, \*\*=significativo al 0.05 y al 0.01 de probabilidad. , REN=rendimiento de grano FM=floración masculina FF=floración femenina AP=altura de planta, AM=altura de mazorca, LM= longitud e mazorca DM=díámetro de mazorca, NH=número de hileras, GH=granos por hilera

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los materiales evaluados y los resultados obtenidos; nos indica que los materiales no son estables ya que se ven altamente influenciados con el ambiente y su comportamiento puede ser diferente al ser cambiados. El aumento en el rendimiento de grano nos indica que los materiales se encuentran adaptados y que el incremento del mismo es debido al aumento gradual en longitud y diámetro de la mazorca, así como al aumento del tamaño del grano, número de hileras y granos por hileras en las mazorcas conforme se avanzó en el proceso de selección.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allard, R. W. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Montoya, J. L. (trad.) 4a ed. Omega. Barcelona, España. 498 p.
- Espinosa, A; Tadeo, M; Gómez, N; Sierra, M; Virgen, J; Palafox, A; Caballero, F; Vázquez, G; Rodríguez, F; Valdivia, R. 2010. V-54 A, nueva variedad de maíz de grano amarillo para siembras de temporal retrasado en los Valles Altos de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1(4):677-680.
- Goldsworthy P (1974) Adaptación del maíz. *In*: CIMMYT. El Mejoramiento del Maíz a Nivel Mundial en la Década de los Sesenta y el Papel del CIMMYT. El Batán México. pp: 9: 1-39.
- Kato Y., T.A., C. Mapes S., L.M. Mera O., J.A. Serratos H., R.A. Bye B. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.
- Lin, CS; Binns, MR. 1994. Concepts and methods for analyzing regional trial data for cultivar and location selection. *Plant Breeding Reviews* 12: 271-297.
- Molina G., J. D. 1990. Uso potencial de plasma germinal exótico de maíz. *In*: Resúmenes XIII Cong. Nal. Fitogenética. 3-7 de septiembre. Cd. Juárez, Chih. p. 344.
- SAGAR (2000) Centro de Estadística Agropecuaria (CEA). (2000, Avances de Siembra y Cosechas primavera-verano 2000. Resumen Nacional por Cultivos.

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SANITARIA Y NUTRICIA DEL FRIJOL PRODUCIDO EN VICENTE GUERRERO, DURANGO

Erika Cecilia Gamero Posada<sup>1\*</sup>, Rigoberto Rosales Serna<sup>2</sup>, María de la Luz Reyes García<sup>1</sup>, Mayra Amezcua Rojas<sup>1</sup>, Karla Araceli Silva Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana, km 22.5 Carretera Durango-México, Villa Montemorelos, Dgo., México. C. P. 24371. <sup>2</sup>INIFAP-Durango, km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo., México. C. P. 34170. \*e-mail:cecygampo@hotmail.com.

### INTRODUCCIÓN

En México, el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia agrícola y en 2013 se sembró una área de 1.83 millones de ha (SIAP, 2014). En Durango, la superficie sembrada con frijol en 2013 alcanzó un total de 258 mil ha, con una producción de 171 mil ton de grano (SIAP, 2014). Los productores de Durango, han establecido la necesidad de obtener semilla de variedades que incrementen el rendimiento y competitividad. En atención a esta demanda, el INIFAP generó variedades de frijol pinto, que deben ser evaluadas con base en sus beneficios en la producción y en la calidad del grano. Uno de los factores que afectan la calidad comercial del grano de frijol, son las enfermedades provocadas por hongos y bacterias. En Durango, las enfermedades causadas por hongos patógenos más comunes en frijol son antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus*). Las enfermedades bacterianas son: tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) y tizón común (*Xanthomonas campestris* = *axonopodis* pv. *phaseoli*) (Rosales *et al.*, 2009). Estas enfermedades disminuyen el rendimiento y la calidad del grano de frijol, lo cual reduce el precio de venta y los beneficios económicos obtenidos por los productores. Las variedades mejoradas liberadas recientemente muestran tolerancia a antracnosis y roya, aunque es posible observar síntomas intermedios de tizón común y tizón de halo. Estas enfermedades son transmitidas en la parte interna y externa de la semilla, especialmente tizón común, el cual puede ocasionar hasta 40% de pérdidas de rendimiento (Akhavan *et al.*, 2013). En los últimos años se ha generado la necesidad de producir semilla de frijol libre de patógenos, para evitar su transmisión y con ello, reducir las pérdidas de rendimiento ocasionadas por las enfermedades (Ibarra *et al.*, 2007). Se desconoce las características sanitarias de la semilla de un grupo de variedades de frijol pinto liberadas en 2010, las cuales fueron denominadas como Pinto Bravo, Pinto Coloso y Pinto Libertad. Dichas variedades deben compararse con el testigo Pinto Saltillo, para establecer su utilidad en el control de las enfermedades del frijol y la calidad nutricional del grano producido en Durango. El conocimiento de las propiedades nutricias del frijol y la comercialización de una diversidad de productos derivados de esta leguminosa, que se

puedan consumir directamente y otros de preparación fácil, reactivarán el consumo de esta leguminosa en México, lo que coadyuvaría en la reducción de problemas de salud derivados del sedentarismo y obesidad (García *et al.*, 2007). El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad sanitaria y nutricia de cuatro variedades de semilla de frijol producido en Vicente Guerrero, Durango.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron cuatro variedades de frijol: Pinto Libertad, Pinto Saltillo, Pinto Coloso y Pinto Bravo, cuyo grano se produjo en siembras comerciales, establecidas en 2010, en el municipio Vicente Guerrero, Dgo. El análisis microbiológico del grano de cada variedad se realizó por triplicado y cada una de las repeticiones fueron sembradas por duplicado en medio selectivo para *Xanthomonas* spp. (YCA) y *Pseudomonas* spp. (B-King). Se pesaron 10 g de semilla y cada grano fue sellado del hilum con pegamento de cianacrilato. Posteriormente, se desinfectó la semilla en 50 ml de una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 2%. La semilla y la solución se mantuvieron en agitación constante durante 3 min, se decantó sobre un colador y se enjuagó con 250 ml del diluyente de Butterfield. Después de la desinfección, se molió el grano con 90 ml de diluyente de Butterfield en condiciones asépticas. La molienda se realizó durante un minuto a alta velocidad y para ello, se utilizó un vaso de vidrio de 250 ml de capacidad, con aspas y tapa para motor de licuadora. Se realizaron tres diluciones decimales seriadas en diluyente de Butterfield a partir de la suspensión original (dilución  $10^{-1}$ ). El líquido resultante de cada dilución se sembró, por el método de extensión en superficie, en dos placas de Petri con medio selectivo para *Xanthomonas* spp. y *Pseudomonas* spp. Las cajas se incubaron a 29°C por 48 h, para luego calcular el número de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) bacterianas por gramo de muestra. Para identificar morfológicamente las colonias candidatas, para *Xanthomonas* spp. y *Pseudomonas* spp., se evaluaron atributos macroscópicos: color, forma, textura, elevación, bordes y tamaño, de las diferentes colonias encontradas tanto en YCA como en B-King. El criterio de selección se basó en las características coincidentes con el Cuadro 1 (Gamero *et al.*, 2011).

Las colonias que morfológicamente poseían características de *Xanthomonas* spp. ó *Pseudomonas* spp., se les practicó la tinción selectiva de Gram. Las colonias, cuya microscopía mostró que eran bacilos Gram negativos, fueron resembradas por estría cruzada en agar nutritivo para la obtención de sus cultivos axénicos. Los aislados fueron sometidos a pruebas metabólicas como son: metabolismo oxidativo/fermentativo, utilización de carbohidratos, movilidad, producción de indol, presencia de ureasa, catalasa y oxidasa, hidrólisis de gelatina,

utilización de citrato, generación de ácido sulfhídrico, formación de gas, fermentación ácido-mixta y butilén-glicólica. Para las cepas identificadas como *Pseudomonas* spp. se incluyó posteriormente la prueba de fluoresceína. Con el análisis metabólico se pudo establecer la especie de los géneros aislados de medios selectivos y se corroboró su coincidencia con los datos mostrados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características macroscópicas, microscópicas y metabólicas de *Xanthomonas campestris* y *Pseudomonas syringae*.

PRUEBA	RESULTADO	
	<i>Xanthomonas campestris</i>	<i>Pseudomonas syringae</i>
Morfología colonial		
Color	Amarillo-Anaranjado	Blanco-Crema
Tamaño	2-5mm	3-5mm
Forma	Redondas	Redondas Cremosa-
Textura	Mucoide	Mucoide
Elevación	Plana-Convexa	Plana-Convexa
Bordes	Lisos	Lisos-irregulares
Microscopía		
Gram	-	-
Forma	Bacilos y cocobacilos	Bacilos
Confirmación de Gram con		
KOH al 3%	+	+
Metabolismo		
Utilización de carbohidratos:		
Glucosa	+	+/-
Lactosa	+/-	+/-
Sacarosa	+/-	+/-
Producción de ácidos mixtos	-	-
Producción de acetoina	-	-
Producción de ácido sulfhídrico	+	-



Utilización de citrato	+/-	+
Movilidad	+	+
Producción de indol	-	-
Ureasa	-	-/+
Oxidasa	+	-
Catalasa	+	+
Hidrólisis de la gelatina	+	-
Fluorescencia en King-B	-	+
Metabolismo		
Oxidativo/Fermentativo	O	O/F

La calidad nutricia se determinó mediante el análisis químico proximal de la harina obtenida del grano de cada una de las variedades. El análisis se realizó por cuadruplicado a la harina entera de frijol obtenida en el molino Wiley® con malla de 2 mm. Se determinó el contenido de humedad por método gravimétrico, cenizas por incineración, fibra cruda a partir del sobrenadante de grasa y extracción con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio. El contenido de grasa (extracto etéreo) se midió por el método de extracción continua en el aparato Soxhlet con hexano como solvente. La proteína cruda se evaluó por el método micro-Kjeldahl usando el factor nitrógeno total x 6.25 (AOAC, 1990).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variedad Pinto Saltillo mostró susceptibilidad a la contaminación por especies de *Xanthomonas* spp. (280,716 UFC g<sup>-1</sup>); mientras que Pinto Bravo presentó mayor presencia de *Pseudomonas* spp. (55,460 UFC g<sup>-1</sup>). Se aisló un total de 12 cepas de *Xanthomonas* spp., de las cuales cuatro se obtuvieron en Pinto Libertad, una de Pinto Coloso, tres de Pinto Saltillo y cuatro en Pinto Bravo. En el caso de *Pseudomonas* spp. se aislaron 22 cepas con morfología colonial y microscópica típica de este género: siete de Pinto Libertad, cinco de Pinto Coloso, cinco de Pinto Saltillo y cinco de Pinto Bravo. Luego de las pruebas bioquímicas se logró identificar 4 aislados de *Pseudomonas syringae*: uno proveniente de Pinto Libertad, uno de Pinto Coloso y dos de Pinto Saltillo (Cuadro 2). En el caso de *Xanthomonas campestris* se identificaron seis aislados: dos de Pinto Libertad, uno de Pinto Saltillo y tres de Pinto Bravo.

La variedad Pinto Coloso mostró algo de resistencia a *Xanthomonas campestris*, aunque esta respuesta puede deberse también al bajo nivel de contaminación del grano, durante la cosecha y trilla. De la misma forma se detectó resistencia a *P. syringae* en la variedad Pinto Bravo, lo

cual se corroboró mediante el bajo nivel de contaminación del grano. Esta variedad mostró alta contaminación con otras especies de *Pseudomonas* y alta presencia de *Xanthomonas campestris*. Para determinar la variabilidad genética de las cepas aisladas se deberán realizar ensayos diferenciales de patogenicidad en planta, para la identificación de patovares. Después se podrán utilizar las cepas sobresalientes en la selección de germoplasma de frijol tolerante a *X. campestris* y *P. syringae*.

Cuadro 2. Carga bacteriana y aislamientos de *P. syringae* y *X. campestris* obtenidos del grano de cuatro variedades de frijol pinto producidas en Vicente Guerrero, Dgo. 2010.

Variedad	<i>Pseudomonas</i> spp. *UFC g <sup>-1</sup>	<i>P.</i> <i>syringae</i>	<i>Xanthomonas</i> spp. UFC g <sup>-1</sup>	<i>X. campestris</i>
Pinto Libertad	2,200	1	1,673	2
Pinto Coloso	8,333	1	439	0
Pinto Saltillo	645	2	280,716	1
Pinto Bravo	55,460	0	32,763	3
Total		4		6

\*UFC g<sup>-1</sup> = unidades formadoras de colonias por gramo de harina.

Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para las variables incluidas en el análisis químico proximal, excepto para el contenido de cenizas, el cual mostró un promedio de 4.2%. El contenido de proteína fue significativamente mayor en Pinto Coloso (26.8%) y Pinto Bravo (26.5%); mientras que, el testigo comercial Pinto Saltillo fue la variedad con menor porcentaje de proteína (19.8%). Los valores más altos para el contenido de grasa se registraron en las variedades Pinto Coloso (1.6%) y Pinto Libertad (1.3%); mientras que, Pinto Bravo presentó el valor más bajo para esta variable (1.0%). La variedad Pinto Coloso registró el contenido de fibra más alto (6.0%), lo que le permitió superar al resto de las variedades incluidas en el estudio, las cuales resultaron estadísticamente iguales. El contenido de extracto libre de nitrógeno fue mayor en la variedad Pinto Saltillo (70.7%), mientras que, Pinto Bravo (63.6%) y Pinto Coloso (61.6%) fueron las variedades que presentaron menor porcentaje de carbohidratos solubles. Las variedades mejoradas que se liberaron en 2010 (Pinto Coloso y Pinto Bravo), registraron valores altos de proteína, la cual es considerada como el principal componente nutritivo del frijol.

Cuadro 3. Resultados de análisis químico proximal practicado al grano de cuatro variedades de frijol producidas en el municipio de Vicente Guerrero, Dgo. 2010.

Variedad	Contenido (%) de				
	Ceniza	Proteína	Grasa	Fibra	Extracto libre de nitrógeno.
<b>Pinto Libertad</b>	4.2 <sup>a</sup>	24.4 <sup>b</sup>	1.3 <sup>ab</sup>	4.5 <sup>b</sup>	65.6 <sup>b</sup>
<b>Pinto Coloso</b>	4.1 <sup>a</sup>	26.8 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	61.6 <sup>c</sup>
<b>Pinto Saltillo</b>	4.3 <sup>a</sup>	19.8 <sup>c</sup>	1.1 <sup>bc</sup>	4.1 <sup>b</sup>	70.7 <sup>a</sup>
<b>Pinto Bravo</b>	4.3 <sup>a</sup>	26.5 <sup>a</sup>	1.0 <sup>c</sup>	4.5 <sup>b</sup>	63.7 <sup>bc</sup>
<b>Promedio</b>	4.2	24.4	1.2	4.8	68.4
<b>*CV (%)</b>	3.8	5.4	14.2	16.6	2.6
<b>**DMS<sub>0.05</sub></b>	0.3	2.1	0.3	1.3	2.7

<sup>a-c</sup> Literales diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

\*CV=coeficiente de variación; \*\*DMS= diferencia mínima significativa.

### CONCLUSIONES

Se observó diversidad morfológica en las bacterias de los géneros *Xanthomonas* y *Pseudomonas* aisladas de la semilla de las variedades de frijol pinto incluidas en el estudio. En la variedad Pinto Coloso se registró la presencia de *Xanthomonas*, aunque ninguna de las especies correspondió al patógeno *X. campestris*. De igual manera, Pinto Bravo registró presencia alta de *Pseudomonas* y ninguna se relacionó con *P. syringae*. Es necesario evaluar las interacciones sinérgicas y antagónicas entre microorganismos relacionados con el cultivo de frijol. El mejoramiento genético proporcionó mejor calidad sanitaria y nutricia, ya que algunas variedades mostraron menor incidencia de patógenos en la semilla y mayor contenido de proteína en el grano.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre S.; E. A.; C. A. Gómez 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. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato, Méx. pp. 101-108.
- Akhavan, A.; M. Bahar; H. Askarian; M. Reza L.; A. Nazemi; Z. Zamani. 2013. Bean common bacterial blight: pathogen epiphytic life and effect of irrigation practices. Springer Plus 2: 41.
- Carrillo F., J. A.; L. SánchezB.; R. S. García E.; R. Allende M.; I. MárquezZ. 2001. Razas de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (doidge) dye. Presentesen el Estado de Sinaloa, México. Rev. Mex. Fit. 19(2): 248-250.

- Carmona G., R.; P. Osorio D.; E. Agama A.; J. Tovar; L. A. Bello P. 2007. Composition and effect of soaking on starch digestibility of *Phaseolus vulgaris* (L.) cv 'Mayocoba'. Intl. Jour. Food Sci. Tech. 42(3): 296-302.
- Gamero P., E. C.; H. M. Candia V. 2011. Diagnóstico de Tizón Común y Tizón de Halo en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) producido en el Municipio de Durango. Reporte de Residencia Profesional. Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Villa Montemorelos, Dgo. Méx. pp. 21-23, 31-37.
- García V., G.; M. Ramos G.; I. Torres P.; H. Guzmán M.; R. Reynoso C. 2007. Evaluación del efecto hipoglucemiante y antihiperlipidémico de frijol (*Phaseolus vulgaris*) cocido en ratas diabéticas. Rev. Salud Públ. Nutr. (RESPYN). Edición Especial 2007. 2do. Congreso Nacional de Química Médica. 6 p.
- Ibarra P., F. J.; R. Rosales S.; J. A. Acosta G.; E. I. Cuéllar R.; R. Navarrete M. 2007. Bacteriosis común y otras enfermedades del frijol en Durango. Folleto Técnico Núm. 30. INIFAP-Campo Experimental Valle de Guadiana. Durango, Méx. 29 p.
- Masselli A.; Y. Guevara; L. Subero. 2002. Detección y transmisión de *Pseudomonas syringae* pv. *helianthi* a través de semillas de girasol. Rev. Mex. Fit. 20(1): 114-117.
- Rosales S., R.; J. A. Acosta G.; F. J. Ibarra P.; E. I. Cuéllar R.; C. A. Nava B. 2009. Validación de líneas y variedades mejoradas de frijol en Durango. Publicación Especial Núm. 36. INIFAP-Campo Experimental Valle de Guadiana. Durango, Méx. 84 p.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SAGARPA). 2014. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado en línea, agosto de 2014.

## **PRODUCCIÓN DE FORRAJES EN EXPLOTACIONES LECHERAS EN LA REGIÓN LAGUNERA**

**Gregorio Núñez Hernández<sup>1</sup>, Karla Rodríguez Hernández<sup>1</sup>, Hugo Serrato Medina<sup>2</sup>,  
Montserrat Duarte Sánchez<sup>2</sup> y Rodolfo Faz Contreras<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Blvd José Santos Valdez 1200 Col. Centro 27440 Cd, Matamoros Coahuila, México. <sup>2</sup>Asistentes de Investigación [nunez.gregorio@inifap.gob.mx](mailto:nunez.gregorio@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

Los forrajes son alimentos importantes en la alimentación del ganado lechero, ya que son fuente de fibra digestible, proteína, energía y minerales. Aún cuando en el caso de vacas altas productoras de leche, se utilizan grandes cantidades de grano, subproductos agroindustriales y productos especializados, los forrajes contribuyen con 40 a 60 % del consumo de materia seca, alrededor del 50 % de la proteína y energía neta de lactancia, y 80% de la fibra detergente neutro. En vacas secas, y animales en desarrollo estas proporciones de forraje en las raciones son mayores (Núñez *et al.*, 2009).

Los principales forrajes en los sistemas intensivos de producción de leche en la Región Lagunera son: la alfalfa que es una leguminosa perenne importante como fuente de proteína y en la rotación con cultivos de gramíneas. El maíz es un cultivo de primavera-verano con alto rendimiento de materia seca y valor energético debido a su contenido de grano. Se puede utilizar en la alimentación de toda clase de ganado lechero. El sorgo es un forraje de primavera-verano que se adapta a suelos más salinos que el maíz forrajero y se incluye principalmente en la alimentación de vacas con producción regular de leche, vacas secas y vaquillas. Los cereales de grano pequeño se pueden sembrar en los ciclos de otoño-invierno, tienen una producción regular de materia seca por hectárea y una calidad nutricional que puede ser de regular a alta según la etapa de madurez a la cosecha. Estos forrajes se pueden proporcionar a diferentes clases de ganado lechero (Núñez *et al.*, 2010).

La producción de los forrajes está determinada por factores climáticos, edáficos y genéticos. Los factores de manejo como fecha de siembra, densidad de plantas, fertilización, riego y cosecha pueden limitar la producción de los diferentes cultivos forrajeros. Así mismo, las plagas, maleza y enfermedades pueden ocasionar pérdidas importantes en la producción y calidad de los forrajes (Sánchez *et al.*, 2012). El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de forrajes en explotaciones lecheras y los principales factores de su manejo agronómico.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En la Región Lagunera se seleccionaron 10 explotaciones lecheras para evaluar la producción de forrajes en el año 2012. En cada explotación se llevaron registros de la superficie, manejo agronómico y producción de materia seca por hectárea de los forrajes producidos en los diferentes ciclos agrícolas. Se realizaron visitas semanales para registrar las prácticas de manejo agronómico. Las variables evaluadas incluyeron variedad, fecha de siembra, fertilización de nitrógeno, fertilización de fósforo, número de riegos, días a cada riego de auxilio, densidad de plantas, días y materia seca a la cosecha. Se determinó la producción de forraje por hectárea de cada cultivo en cada uno de los ciclos. A la cosecha se tomaron cinco muestras de forraje y se determinó el porcentaje de materia seca en una estufa de aire forzado a 65 °C. Las variables se analizaron mediante estadística descriptiva (Steel y Torrie, 1989).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el Cuadro 1 se presentan los principales forrajes que se producen en las explotaciones lecheras de la región. El maíz es el forraje que más se sembró tanto en los ciclos de primavera como verano; así mismo es el cultivo que ocupó una mayor superficie en estas explotaciones con un promedio de 135.1 ha en primavera y 94.1 ha en verano. El sorgo forrajero fue el siguiente forraje en frecuencia y superficie con 53.6 y 46.3 ha en primavera y verano, respectivamente. En invierno, el forraje más frecuente fue la avena. El triticale fue un forraje menos frecuente en las explotaciones lecheras en el ciclo de otoño-invierno; sin embargo, las superficies promedio son de 42 y 49.7 ha, para avena y triticale, respectivamente. Lo anterior debido a que las explotaciones que produjeron triticale destinaron superficies altas a este cultivo. Solo el 50 % de las explotaciones produjeron alfalfa con una superficie promedio de 53.1 ha en estas explotaciones.

En el Cuadro 2 se presenta la producción de materia seca por hectárea de los diferentes forrajes. La mayor producción de materia seca por hectárea se obtuvo con alfalfa; sin embargo, esta producción se logra en el período de 1 año. De los forrajes anuales, la mayor producción se obtuvo con maíz y sorgo forrajero con promedios de 14.0 t ha<sup>-1</sup>. Las producciones en verano, fueron menores en estos forrajes con 12.3 y 7.9 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Las producciones menores se obtuvieron con avena y triticale con promedios de 7.1 y 5.8 t ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 1. Superficie de forraje (t ha<sup>-1</sup>) en explotaciones lecheras en la Región Lagunera.

Explotación	Sorgo primavera	Sorgo verano	Maíz primavera	Maíz verano	Alfalfa	Triticale	Avena
1	180.0	180.0	52.5	52.5	0.0	52.5	0.0
2	25.0	0.0	126.0	28.3	19.0	0.0	25.0
3	7.0	7.0	188.2	133.8	0.0	229.2	0.0
4	0.0	0.0	184.5	33.1	0.0	0.0	49.5
5	0.0	0.0	156.2	109.2	178.8	120.5	39.1
6	65.0	65.0	201.8	166.3	0.0	0.0	0.0
7	155.0	61.0	225.0	198.0	0.0	0.0	225.0
8	45.0	45.0	122.0	110.0	172.0	45.0	0.0
9	0.0	0.0	84.0	91.6	122.1	0.0	81.7
10	59.0	59.0	10.5	18.5	39.0	0.0	0.0
Promedio	53.6	46.3	135.1	94.1	53.1	49.7	42.0
D.E.	65.1	57.6	69.5	61.1	74.7	78.8	70.1

D.E. -Desviación estándar.

En el Cuadro 3 se presentan los principales factores de manejo agronómico para la producción solo de los diferentes forrajes anuales en explotaciones lecheras. En maíz en primavera destacan siembras tempranas antes del 20 de marzo. Respecto a la fertilización de nitrógeno, la media se considera debajo de lo recomendable, aunque algunos predios aplicaron dosis alrededor de 200 unidades de nitrógeno. En fósforo, las medias se consideran aceptables e incluso en exceso con valores mayores de 80 unidades en algunas explotaciones. El número de riego promedio fue de 3 y solo en algunos casos se aplicaron 4 riegos de auxilio. Respecto al calendario de riego fue común observar que el primer riego de auxilio se aplicó después de los 35 días, lo cual, puede afectar la producción del maíz forrajero. Los demás riegos se aplicaron a intervalos aceptables menores de 30 días. Los días a cosecha promedio son apropiados aunque en algunos casos se cosechó a más de 120 días que se considera tarde. El promedio de materia seca a la cosecha fue de 25.5 %, que se considera por abajo del nivel mínimo recomendable de 28 %. En maíz en verano, se realizaron siembras tardías después del último de agosto. En fertilización de N y P se aplicaron cantidades menores a primavera. Destaca la aplicación de solo 2 riegos de auxilio en varias explotaciones y la cosecha con promedios bajos de materia seca.

Cuadro 2. Producción de forraje ( $t\ ha^{-1}$ ) de los forrajes producidos en explotaciones lecheras de la Región Lagunera.

Explotación	Sorgo primavera	Sorgo verano	Maíz primavera	Maíz verano	Alfalfa	Triticale	Avena
1	14.0	8.7	17.9	19.5	.	6.4	.
2	11.1	.	11.3	12.3	19.0	.	7.7
3	16.4	6.1	14.2	13.5	.	5.7	.
4	.	.	10.5	12.3	.	.	9.2
5	.	.	8.5	14.3	27.0	7.8	5.0
6	11.8	11.2	20.5	13.4	.	.	6.6
7	17.5	7.1	15.1	10.9	.	.	7.6
8	14.0	7.1	13.7	9.1	24.0	3.2	.
9	.	.	14.0	12.1	14.2	.	5.8
10	13.1	6.9	14.0	5.6	20.0	.	.
Promedio	14.0	7.9	14.0	12.3	20.8	5.8	7.1
D.E.	2.3	1.8	3.5	3.6	4.9	1.9	1.7

D.E. -Desviación estándar.

En sorgo forrajero, la fecha de siembra se considera apropiada. En el caso de la fertilización de nitrógeno, las dosis que se aplicaron fueron bajas incluso en algunos casos menores de 100 unidades. Por otra parte, en el caso de fósforo no se hicieron aplicaciones en algunas explotaciones. En todas las explotaciones solo se aplicaron 2 riegos de auxilio. Al igual que en el maíz, en el primer auxilio se aplicó tarde, a más de 40 días. Por otra parte la cosecha se efectuó temprano, lo cual se reflejó en un contenido bajo de materia seca.

En relación con la avena, la fecha de siembra se considera adecuada pero en todos los casos la fertilización de nitrógeno fue baja, lo cual se reflejó en un promedio de 77.8 unidades de nitrógeno. En el caso del fósforo solo en una explotación se fertilizó fósforo. El calendario de riegos aplicado fue de 3 auxilios con intervalos adecuados en la mayoría de los casos menores de 30 días. El promedio a la cosecha fue de 111 días observándose en todos los casos un porcentaje bajo de materia seca. La cosecha temprana con contenido bajo de materia seca y estado de madurez en embuche o inicio de floración es adecuada cuando se quiere obtener forraje con mayor calidad nutricional a expensas de una menor producción de materia seca por hectárea.



Cuadro 3. Factores de manejo agronómico en la producción de forrajes en explotaciones lecheras en la Región Lagunera.

Factor	Maíz-primavera	Maíz-verano	Sorgo-primavera	avena
Fecha de siembra	2 marzo-12 abril	8 julio-18 de agosto	24 marzo-1 abril	28 septiembre-17 noviembre
Fertilización de nitrógeno, kg/ha	165.2±83.9	151.6±42	145.6±90.5	77.8±29.5
Fertilización de fósforo, kg/ha	56.1±44.6	46.7±50.3	78±0	13±18.4
Número de riegos	3.2±0.4	2.7±1.2	2.0±0	3.0±0
Días al riego de auxilio 1	36.7±15.1	25.8±7.9	38.0±25.1	16.8±6.9
Días al riego de auxilio 2	21.7±7.3	27.8±3.7	30.3±4.0	25.8±25.8
Días al riego de auxilio 3	22.6±4.1	37.5±37.5	20±1.4	25.3±11.6
Densidad de plantas/ha	89,210±20,276	92,193±19,488	146,228±31201	5217830±4058654
Materia seca a la cosecha, %	26.5±	22.6±	19.8±0.3	15.8±4.3
Días a la cosecha	104.5±28	96±16	107.7±5.8	111.1±20.5

### CONCLUSIONES

Los forrajes anuales son especies con alta frecuencia y superficie en las explotaciones lecheras en la Región Lagunera.

Las producciones de materia seca de los diferentes forrajes son menores a la producción potencial de la Región Lagunera.

En la mayoría de las explotaciones, los factores de manejo como fertilización de nitrógeno, calendario de riego y etapa de madurez a cosecha no son los recomendables por lo que es necesaria su mejora.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Núñez ,H.G, Figueroa. V.U, Chew, M.Y.I., Ramírez., D.M., Reyes.J.I., Reta, S.D.G., Faz, C.R, Osuna, C.E.S., Castro, M.E. 2009: Producción y aprovechamiento de forrajes. Núñez, H,G,, Díaz, A,E., Espinosa, G.J., Ortega, R.L, Hernández, A,L, Vera, A.H., Román, P.H., Medina, C,M,, Ruíz, L,F (Eds). Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. México.INIFAP. 373 p.
- Núñez, H,G,, Payán, G,J,A., Peña, R,A,, González, C.F., Ruiz, B.O., Arzola, A,C. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Rev Mex Cienc Pecu. 1(2):85-98.
- Sánchez, D.J.I., Núñez, H.G., Ochoa, M.E., Cruz, CH. J.J., Reyes, G.A. y Rodríguez, H.K. 2012. Validación de un manejo integral para mejorar rendimiento, calidad y sustentabilidad del agua de riego en forrajes. Agrofaz. 12(4):87-94.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics (2<sup>nd</sup> Ed). McGraw-Hill Book Company. 633.

## **CALIDAD NUTRICIONAL Y UTILIZACIÓN DE FORRAJES EN EXPLOTACIONES LECHERAS EN LA REGIÓN LAGUNERA**

**Gregorio Núñez Hernández<sup>1</sup>, Karla Rodríguez Hernández<sup>1</sup> y Jorge Alberto Granados Niño<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Blvd José Santos Valdez 1200 Col. Centro 27440 Cd, Matamoros Coahuila, México. <sup>2</sup>Asistente de Investigación.  
[nunez.gregorio@inifap.gob.mx](mailto:nunez.gregorio@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

Los forrajes son alimentos por naturaleza para animales rumiantes como el ganado lechero debido a que éstos pueden digerir compuestos fibrosos. La fibra es el principal componente de los forrajes seguido de carbohidratos no fibrosos. Con excepción de la alfalfa u otras leguminosas, normalmente los forrajes son bajos en proteína. La inclusión de los forrajes en las raciones permite suministrar nutrientes más baratos, optimizar la fermentación y digestión de los alimentos en el rumen, así como obtener una buena producción y contenido de grasa de la leche. La calidad nutricional de los forrajes se determina en gran medida a partir de la interpretación de análisis de laboratorio de composición química y digestibilidad con relación al consumo, disponibilidad, utilización de nutrientes y producción del ganado (Allen, 1996).

El contenido de proteína cruda considera aminoácidos y nitrógeno no proteico. La fibra de los forrajes se evalúa como fibra detergente neutro y está compuesta de celulosa, hemicelulosa y lignina (pared celular de los forrajes). Este componente de los forrajes es menos digestible que la proteína, carbohidratos no fibrosos, y grasa (contenido celular de los forrajes). El contenido de fibra es importante porque afecta negativamente el consumo de los animales, promueve la rumia de los animales, evita la acidez en el rumen y es fuente de energía. Los carbohidratos no fibrosos son azúcares, almidón y pectinas. Los carbohidratos no fibrosos se degradan rápidamente en el rumen, proporcionando energía a los microorganismos del rumen, pero en exceso pueden causar acidosis en el mismo. El contenido de energía de los alimentos no se puede medir, por lo que se estima a través de diferentes métodos. El método más común es a través del total de nutrientes digestibles (Weiss *et al.*, 1992). En el caso de ganado lechero, esta estimación se convierte a energía neta de lactancia (Núñez *et al.*, 2009).

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este estudio se realizó en 10 explotaciones lecheras en la Región Lagunera. En cada explotación se tomaron tres muestras al azar de aproximadamente 800 g de cada uno de los

forrajes que se utilizan en las raciones de los diferentes grupos de ganado. Las muestras se pesaron inmediatamente con una báscula digital, se identificaron y se trasladaron al Campo Experimental La Laguna. Se secaron al sol por dos días y después en una estufa de aire forzado a 65°C por 72 horas hasta peso constante. En todas las muestras se determinó porcentaje de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carbohidratos no fibrosos (CNF), almidón (ALM), grasa (GC), lignina (LIG), digestibilidad de la fibra a 30 horas (DFDN) y energía neta de lactancia (ENI) mediante espectroscopia en el cercano infrarrojo previamente calibrado. El índice de calidad relativa de forraje se determinó de acuerdo a Moore y Undersander (2006). Adicionalmente se registró el tipo de forraje y su porcentaje en las raciones ofrecidas a cada grupo de ganado en cada una de las explotaciones lecheras. Los análisis estadísticos se realizaron mediante estadística descriptiva y análisis de correlación (Steel y Torrie, 1989).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los análisis de las variables de calidad nutricional de los forrajes evaluados.

Cuadro 1. Composición química, digestibilidad de la fibra, energía neta y calidad relativa de forrajes en explotaciones lecheras en la Región Lagunera.

	PC	FDA, %	FDN, %	Lig, %	DFDN	CNF	ALM, %	ENI	CRF
Alfalfa 1era	22.1±1.2	33.7±1.4	38.6±0.07	5.5±0.04	43.3±5.0	29.1±1.9	2.5±0.9	1.4±0.01	148.9±12.1
Alfalfa 2da	20.2±1.5	37.2±1.7	42.2±2.5	6.2±0.6	39.2±2.6	28.9±0.7	2.1±0.8	1.3±0.01	125.8±10.0
Silo de maíz	10.5±0.8	34.8±6.4	50.7±7.2	5.9±1.1	46.1±3.0	27.8±9.4	18.4±10.8	1.3±0.02	121.0±20.5
Silo de avena	10.5±0.5	40.0±4.0	60.1±5.8	5.3±1.0	77.0±1.4	15.4±4.6	3.0±2.5	1.2±0.02	114.0±29
Heno de avena	11.1±1.7	41.1±4.5	52.7±2.1	4.4±1.3	45.2±9.8	20.5±5.1	4.1±2.3	1.2±0.01	104.0±21.4
Silo de sorgo	8.1±1.3	42.9±2.6	63.2±4.7	5.1±0.3	62.8±2.1	18.3±4.3	12.1±4.3	1.2±0.01	97.8±6.8
Rastrojos	5.2±0.8	51.9±4.0	74.6±2.7	7.2±1.8	42.5±3.1	7.7±4.9	2.0±1.1	1.0±0.01	51.8±16.1

PC-Proteína cruda; FDA-Fibra detergente ácido; FDN-Fibra detergente neutro; Lig-Lignina; DFND-Digestibilidad de la FDN; CNF-Carbohidratos no fibrosos; Alm-Almidón; ENI-Energía neta de lactancia, Mcal kg<sup>-1</sup> de MS; CRF-Calidad relativa de forraje.

La alfalfa es el único forraje con alto contenido de proteína (22.1±1.2 %) y energía neta de lactancia (1.4±0.01 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS). Los ensilados de maíz son forrajes principalmente energéticos (1.3±0.01 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS), seguidos de los henos de avena (1.2±0.01 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS), ensilados de avena (1.2±0.02 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS) y sorgo (1.2±0.01 Mcal kg<sup>-1</sup> de MS). Se observó que existe una amplia variación en la energía neta de lactancia sobretodo en el caso del ensilado de maíz. Además, la alfalfa tiene un contenido bajo de fibra detergente neutro (38.6±0.07) seguida del ensilado de maíz (50.7±7.2) y heno de avena (52.7±2.1). El ensilado de

sorgo tuvo mayores contenidos de fibra ( $63.2 \pm 4.7$ ) que los forrajes mencionados. Los rastrojos se caracterizaron por su contenido bajo de proteína cruda ( $5.2 \pm 0.8$ ), contenido alto de fibra ( $74.6 \pm 2.7$ ) y contenido bajo de energía ( $1.01 \pm 0.01$ ). En el Cuadro 2 se presentan los valores recomendados para forrajes de buena calidad nutricional. Comparando estos parámetros con los valores observados en los forrajes en las explotaciones lecheras de la región, se observa que los henos de alfalfa de primera son forrajes de buena calidad nutricional y disminuye en el caso de los henos de segunda. Sin embargo, en algunos casos, se observan valores menores a los recomendados para forrajes de buena calidad nutricional en el caso de los ensilados de maíz, sorgo y avena.

Cuadro 1. Valores recomendados para forrajes de buena calidad nutricional para ganado lechero.

Variable	Heno de alfalfa	Ensilado de maíz	Ensilado de sorgo	Ensilado de avena
Proteína cruda, %	>18	>8	>7	>11
Fibra detergente neutro, %	< 45	< 50	< 65	< 60
Energía neta de lactancia, Mcal/kg de MS	>1.40	>1.4	>1.2	>1.3

< menores; > mayores; MS – Materia seca.

En la Figura 1 se muestra la utilización de forrajes en las explotaciones lecheras estudiadas. Las vacas productoras y becerras consumen menos del 50 % de forraje en sus raciones. Las vaquillas y vacas secas consumen más del 80 % de forrajes en sus raciones. Los henos de alfalfa y el ensilado de maíz son utilizados principalmente en vacas en producción y becerras. El ensilado y heno de avena es empleado en vaquillas y becerras. El ensilado de sorgo se emplea principalmente en vaquillas mayores de 1 año y vacas secas y en menor grado en vacas en producción.

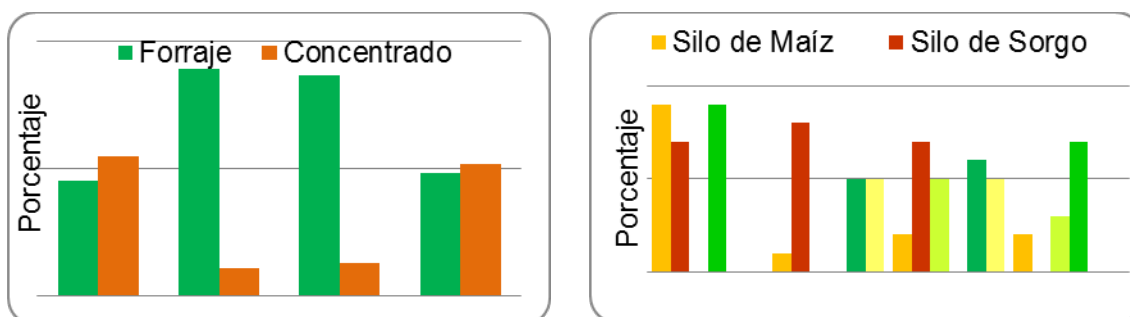


Figura 1. Utilización de forrajes en las explotaciones lecheras en la Región Lagunera.

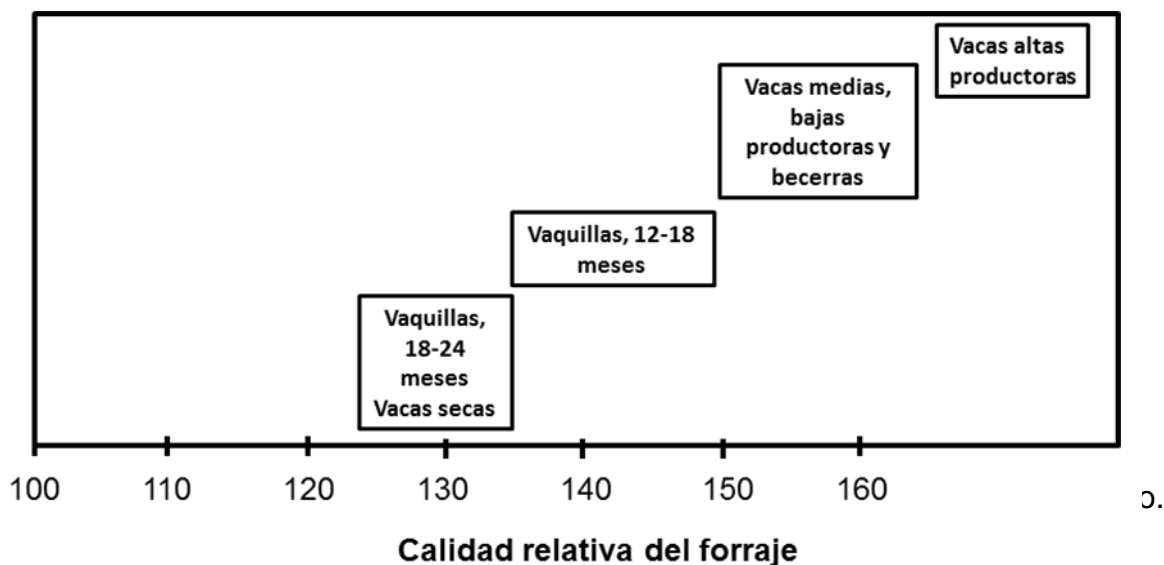
En el Cuadro 3 se presentan parámetros de calidad nutricional de forrajes requeridos para las diferentes clases de ganado en las explotaciones lecheras. Las vacas en producción y becerras menores de 6 meses requieren forrajes de alta calidad nutricional forrajes como los henos de alfalfa. Las vaquillas menores de 1 año y las vacas de regular y baja producción requieren forrajes de buena calidad nutricional. Las vaquillas mayores de 1 año y vacas secas, requieren forrajes de regular calidad nutricional.

Cuadro 3. Valores de calidad nutricional requeridos para forrajes para diferentes grupos de ganado lechero.

Variable	Vacas altas productoras	Vacas medianas y bajas y Becerras menores de 6 meses	Vaquillas menores de 1 año	Vacas secas y vaquillas > 1 año
Proteína cruda, %	18-22	20	15-18	12-15
Fibra detergente neutro, %	38-42	< 65	40-45	< 50
Energía neta de lactancia, Mcal/kg de MS	>1.50	>1.2	>1.2	>1.4

La calidad relativa de forraje se utiliza desde 1982 en los Estados Unidos de América y es un valor que integra y facilita la interpretación de los análisis de laboratorio. El índice de calidad relativa de forraje representa una estimación del consumo de energía disponible de los forrajes que considera los contenidos de proteína cruda, fibra detergente neutro, contenido de carbohidratos no estructurales y grasa; así como sus respectivas digestibilidades. En este estudio, este índice se correlacionó con proteína cruda ( $r=-0.87$ ;  $P<0.01$ ), fibra detergente neutro ( $r=-0.87$ ;  $P<0.05$ ) y energía neta de lactancia ( $r=0.96$ ;  $P<0.05$ ). El índice puede ser calculado o proporcionado por los laboratorios de análisis de forraje.

La principal aplicación del índice de calidad relativa de forraje es la calificación de la calidad de los forrajes en relación a los requerimientos nutricionales de las diferentes clases de ganado. La Figura 3 nos ayuda a relacionar el índice de calidad relativa de forraje y el forraje requerido por las diferentes clases de ganado. Las vacas altas productoras necesitan forrajes con valores mayores de 165. Las vacas medias y bajas productoras, así como becerras menores de 6 meses requieren forrajes con valores mayores de 150. Las vaquillas menores de 1 año necesitan forrajes con valores entre 125 a 135, mientras que las vaquillas mayores de 1 año y vacas secas requieren forrajes con valores de calidad relativa del forraje mayor de 125. Los valores de calidad relativa de forrajes se consideran debajo de las recomendaciones indicadas.



### CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio es necesario mejorar la calidad nutricional de los forrajes con ajustes en los siguientes factores de manejo: a) Selección de forrajes a producir; selección de variedades; fecha de siembra, fertilización, riego, estado de madurez a cosecha y método de conservación (heno o henificado).

### BIBLIOGRAFÍA

- Allen, M. S. 1996. Relationship between forage quality and dairy cattle production. *Animal Feed Science Technology*. 59:51-60.
- Moore, J. E, y D.J. Undersander. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*. 32:16-29.
- Núñez ,H.G, Figueroa. V.U, Chew, M.Y.I., Ramírez., D.M., Reyes.J.I., Reta, S.D.G., Faz, C.R, Osuna, C.E.S., Castro, M.E. 2009: Producción y aprovechamiento de forrajes. Núñez, H,G,, Díaz, A,E., Espinosa, G.J., Ortega, R.L, Hernández, A,L, Vera, A.H., Román, P.H., Medina, C,M,, Ruíz, L,F (Eds). Producción de leche de bovino en el sistema intensivo. México.INIFAP.373 p.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics (2<sup>nd</sup> Ed). McGraw-Hill Book Company. 633.
- Weiss, W.P., H.R. Conrad, y N.R. St.Pierre. 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*. 39:95-110.

---

---

## COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE CUATRO CULTIVOS ALTERNATIVOS Y DOS TRADICIONALES EN LA COMARCA LAGUNERA

M.J Ortiz Á\*, J.S Serrato, D.G Reta, E. Castellanos, J.J Valenzuela Y J. Puentes G.

Universidad Juárez del Estado de Durango-Facultad de Agricultura y Zootecnia.  
Venecia, Gómez Palacio, Durango, México. \*autor para correspondencia Email:  
[ortiz\\_angel89hotmail.com](mailto:ortiz_angel89hotmail.com).

### INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera es una de las regiones de México más importantes en la producción de leche bovina donde predomina el sistema de producción especializada, el cual precisa de forraje de buena calidad. Sin embargo, en la región solo se obtiene el 60% del forraje que requiere el hato lechero. El recurso más importante y limitante para la obtención de forrajes de buena calidad en esta región es la reducida disponibilidad de agua, lo cual propicia un incremento en los costos y compromete la rentabilidad en los sistemas de producción agropecuarios. Esta cuenca lechera se sitúa en el área de influencia de uno de los mantos acuíferos sobre explotados del país donde se ha estimado un abatimiento de 1.5 m por año (Sánchez *et al.*, 1998).

La producción regional de forraje está basada en pocos cultivos, entre los que destaca la alfalfa, especie leguminosa de alta calidad forrajera (Núñez, 2000); sin embargo, presenta una baja eficiencia en el uso del agua (Moreno *et al.*, 2000). Una alternativa poco investigada para incrementar la producción de forraje sin afectar los recursos naturales en la producción de leche es el manejo de cultivos alternativos con buena calidad de forraje, buena adaptación a las condiciones ambientales y sistemas de producción, así como también una buena aceptación por el ganado. El establecimiento de nuevas especies forrajeras podrían entre otros beneficios disminuir el riesgo de daños por plagas y enfermedades, expandir mercados, reducir las importaciones, mejoramiento de la dieta del ganado, y el establecimiento de las nuevas industrias basadas en nuevos productos (Janick *et al.*, 1996). Uno de los problemas que confronta el ganadero año con año es la baja disponibilidad de forraje de invierno.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, localizado en Matamoros, Coahuila, México (25° 32' LN, 103° 14' LO y 1150 msnm) , La preparación del terreno consistió de un barbecho,



rastreo, nivelación y trazado de parcelas. Antes de la siembra se aplicó una dosis de 50 kg de N y 100 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ , utilizando como fuente fosfato monoamónico granulado. La siembra se realizó en seco el 24 de noviembre, y el siguiente día se aplicó el riego de siembra. El tamaño de la parcela experimental fue de 3.7 x 2.7 m ( $10\ m^2$ ), con 12 surcos a 0.20 m cada una. Las cosechas se realizaron en dos fechas: En la primera (101 dds) se cosecharon las siguientes especies: triticale 100, triticale 61, triticale 'Eronga', canola 'IMC205', centeno 55, cebada 'BV1946', cártamo 'Gila' y remolacha 'Roja Gigante'. En la segunda fecha (117 dds) se cosecharon remolacha 'Roja Gigante', y cártamo 'Gila'. La parcela útil fue de 6 surcos de 2 m de longitud. La muestra para determinar el porcentaje de materia seca (MS) fue de 1 m lineal en la parcela útil de cada parcela experimental.

El análisis bromatológico de la parte aérea de las especies forrajeras alternativas se realizó en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 10 tratamientos y cuatro repeticiones. Se hicieron análisis de varianza para los datos de rendimiento y características de la calidad de forraje ( $P \leq 0.05$ ) y para comparar las medias se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa ( $P \leq 0.05$ ).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Producción de forraje.**

La producción de forraje verde fue diferente ( $P < 0.0001$ ) entre los cultivos analizados como se observa en la Figura 1. Considerando las diferencias en el contenido de MS al momento de la cosecha entre cultivos, los que alcanzaron la mayor producción de forraje verde por hectárea fueron la remolacha de segundo corte con 158 166.6 kg y la remolacha de primer corte con 137 828.1 kg. Por el contrario, los cultivos que registraron menor producción de forraje verde por hectárea fueron: centeno, triticale 'Eronga', cebada 'BV 1946', triticale 100 y triticale 61, registrando 33437.5 kg, 38531.2 kg, 39552.0 kg, 41 854.1 kg y 42322.9 kg en ese orden. Los forrajes que obtuvieron valores de rendimiento por hectárea intermedios fueron cártamo de primer corte con 79078.1 kg, canola que alcanzó 71072.9 kg y por último cártamo de segundo corte con 69854.1 kg, entre los cuales hubo diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.0001$ ). La producción de forraje verde de los cultivos de remolacha de primero y segundo corte fue el doble del promedio nacional (75.6 toneladas) de producción en alfalfa reportado por Rivera *et al.* (2005). La producción de forraje verde en remolacha triplicó la producción de forraje en maíz forrajero, uno de los forrajes más importantes en la región el cual produce en promedio  $49\ t\ ha^{-1}$  (Cueto *et al.*, 2006). Los cultivos de canola y cártamo también mostraron mayor rendimiento que

los forrajes tradicionales, alfalfa y maíz forrajero y que los cultivos tradicionales evaluados en este estudio.

**Rendimiento de materia seca**

El rendimiento de materia seca entre las especies evaluadas fue diferente ( $P < 0.0001$ ). El cultivo sobresaliente fue la remolacha de segundo corte, el cual obtuvo un rendimiento total (parte aérea y raíz) de  $11,117 \text{ kg ha}^{-1}$  seguido por cártamo de segundo corte con  $9,601 \text{ ha}^{-1}$ . Ambas especies superaron en rendimiento a las especies tradicionales, triticale ( $7,245 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y cebada ( $7,384 \text{ kg ha}^{-1}$ ) como se observa en la Figura 2.

Los rendimientos de MS en los otros cultivos alternativos como cártamo de primer corte ( $8,179 \text{ kg ha}^{-1}$ ), remolacha de primer corte ( $7,884 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y canola ( $7,396 \text{ kg ha}^{-1}$ ) tuvieron rendimientos iguales estadísticamente a los cultivos tradicionales, triticale y cebada. El cultivo con menor rendimiento de MS fue el centeno con  $6,945 \text{ kg ha}^{-1}$ , el cual fue estadísticamente igual a las especies tradicionales y canola, pero inferior a cártamo en los dos cortes y a remolacha de segundo corte (Figura 2). Los rendimientos de materia seca obtenidos en los forrajes alternativos más productivos en este estudio son superiores a los rendimientos reportados ( $8.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) por Ramos y Espinoza (1999) en avena sembrada a finales de noviembre, uno de los principales cultivos forrajeros de invierno. El rendimiento del cultivo de cártamo de primer corte fue mayor que el rendimiento en avena (McCartney y Vaage, 1994). El rendimiento de materia seca del cultivo de canola fue similar al de avena pero ligeramente inferior al de triticale reportados por McCartney y Vaage (1994) en cultivos cosechados a los 90 días.

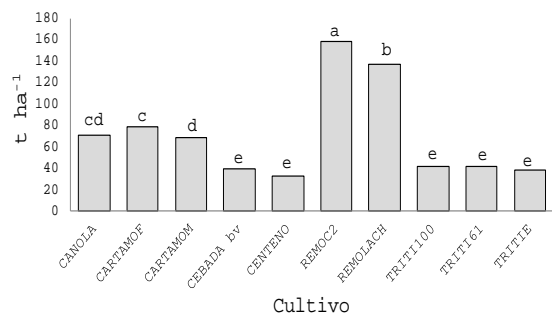


Figura 1. Producción de forraje en verde de forrajes alternativos y tradicionales establecidos en La Comarca Lagunera, ciclo otoño-invierno. Medias en cada columna seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ( $DMS \leq 0.05$ ). Cultivos: Canola, cártamo cosecha 1, cártamo cosecha 2, cebada, centeno, remolacha cosecha 2, remolacha cosecha 1, triticale 100, triticale 61, y triticale eronga.

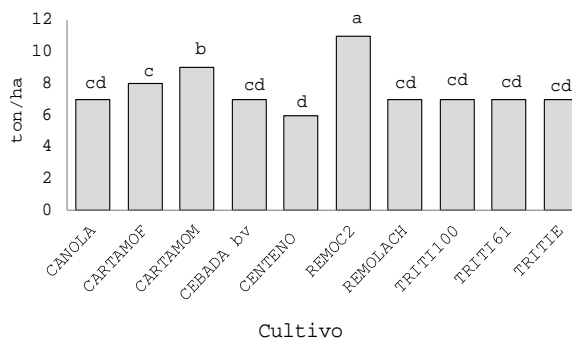


Figura 2. Rendimiento de materia seca de cultivos alternativos y tradicionales establecidos en La Comarca Lagunera, ciclo otoño-invierno. Medias en cada columna seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes ( $DMS \leq 0.05$ ). Cultivos de izq. a der.: Canola, cártamo cosecha 1, cártamo cosecha 2, cebada, centeno, remolacha cosecha 2, remolacha cosecha 1, triticale 100, triticale 61, y triticale eronga.

### Composición química de los forrajes evaluados.

Materia seca. El contenido de materia seca fue diferente ( $P < 0.0001$ ) entre cultivos. Los cultivos con menor contenido de materia seca fueron la canola y el cártamo de primer corte con 95.26% y 95.43%, respectivamente, mientras que el resto de los cultivos mostró un comportamiento similar entre ellos como se observa en el Cuadro 2.

Cenizas. Los forrajes de las especies evaluados mostraron diferente concentración de cenizas ( $P < 0.0001$ ). Los cultivos que registraron mayor contenido mineral fueron la remolacha de primer y segundo corte con cantidades de 27.27% y 26.11%, respectivamente. Las especies que registraron un valor bajo en cenizas fueron cártamo de segundo corte con 14.51% y centeno con un contenido de 12.84%, mientras que los cultivos restantes mostraron valores intermedios como se aprecia en el Cuadro 2. La remolacha según estudios efectuados por Manterola y Mira (2000), presenta un alto contenido de cenizas, por lo que dicho estudio concuerda con este trabajo. Sin embargo, la concentración de cenizas de remolacha de primer y segundo corte de este estudio son menores en un 5 % a los que reporta NRC (1989) en forraje aéreo de remolacha con corona para ensilaje.

Fibra Detergente Neutro. El contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) en los cultivos evaluados fue diferente ( $P < 0.0001$ ). Las especies forrajeras analizadas que registraron los valores más altos fueron centeno 55 y cebada BV1946, con 66.75%, 60.06%, respectivamente. Los cultivos que mostraron la menor concentración de FND fueron los diferentes tipos de remolacha, como se observa en el Cuadro 2. En general, los cultivos alternativos remolacha forrajera, canola y cártamo presentaron menores concentraciones de FND que los cultivos tradicionales, triticale y cebada. McCartney y Vaage (1994) encontraron similares concentraciones de FND en el forraje de triticale a los encontrados en este estudio. Carr *et al.* (2004) reporta concentraciones similares de FDN en cebada y avena cultivados bajo condiciones de secano a los encontrados en este estudio. Sin embargo, McCartney y Vaage (1994) reportan niveles más bajos de FND en forraje de avena (51.4%) cosechada cuando el grano estaba en estado lechoso.

Un estudio efectuado por FEDNA (2004) reporta que los resultados de FDN en pulpa de remolacha fueron de 44%, mientras que en este estudio se encontraron valores inferiores, lo cual probablemente se relaciona con la fase en que se realizó la cosecha y parte de la planta cosechada.

Fibra Acido Detergente: La concentración de fibra ácido detergente (FAD) fue diferente ( $P < 0.0001$ ) entre los cultivos evaluados. Los cultivos con más alto contenido de FAD fueron cebada y centeno con valores de 40.42% y 39.41%, respectivamente; mientras que las especies que obtuvieron valores más bajos fueron la remolacha de segundo corte, remolacha primer corte y remolacha raíz con 15.35%, 12.48% y 11.79, respectivamente en ese orden. Los cultivos forrajeros restantes mostraron un contenido de FAD intermedio. En el ensilado de triticale cosechado al momento de la emergencia de espiga, la concentración de FAD fue de 38% (NRC, 1989). Este valor es superior al contenido de FAD obtenido en el presente estudio. Reta *et al.* (2008) reporta que un rango de 17.6 a 44.2% de FDA en diferentes forrajes alternativos. McCartney y Vaage (1994) reportan concentraciones de 29.5% de FDA en forraje de avena cosechada a estado lechoso. Estos mismos autores encontraron resultados similares en concentración de FDA en triticale cosechado cuando el grano estaba entre estado lechoso y masoso.

Proteína Cruda. Las especies forrajeras analizadas presentaron un contenido diferente ( $P < 0.0001$ ) de proteína cruda (PC), como se observa en el Cuadro 2. Los cultivos que registraron una mayor concentración de proteína cruda fueron: remolacha primer corte que alcanzó un valor de 25.60%, canola con contenidos proteicos de 24.89% y posteriormente cártamo de primer corte el cual alcanzó un contenido de 22.87%; por el contrario, las especies forrajeras que obtuvieron un valor bajo en proteína fueron: triticale Eronga con 9.19%, luego cebada con un promedio de 9.13% y finalmente el centeno ya que obtuvo un contenido de 8.73%. Los contenidos de PC en los otros cultivos fluctuaron entre 10.53 y 18.75%. McCartney y Vaage (1994) reportan contenidos similares de PC en triticale a los encontrados en este estudio. Similares contenidos de PC (9.0%) en cebada bajo condiciones de secano fueron reportados por Carr *et al.* (2004). Reta *et al.* (2008) en su trabajo de investigación obtuvieron en remolacha contenidos de PC de 26.7% los cuales son similares a los observados en el presente trabajo de investigación. De acuerdo a la clasificación de la calidad de forraje indica por Linn y Martin (1999) y los valores de las características de calidad observadas en este estudio, la calidad de las especies alternativas evaluadas fue de “buena” a “alta”, sobre todo en PC y contenido de fibras.

Cuadro 2. Composición química (%) de forrajes tradicionales y alternativos establecidos en otoño-invierno en la Comarca Lagunera.

Cultivo <sup>1</sup>	MS <sup>†</sup>	C	FDN	FDA	PC
Canola	95.26 <sup>cf</sup>	18.83 <sup>c</sup>	34.48 <sup>g</sup>	31.46 <sup>c</sup>	24.89 <sup>ab</sup>
Cártamo cosecha 1	95.43 <sup>c</sup>	17.17 <sup>d</sup>	39.54 <sup>†</sup>	34.08 <sup>b</sup>	22.87 <sup>b</sup>
Cártamo cosecha 2	95.96 <sup>b</sup>	14.51 <sup>f</sup>	44.01 <sup>e</sup>	35.48 <sup>b</sup>	18.75 <sup>c</sup>
Cebada	96.01 <sup>b</sup>	16.06 <sup>e</sup>	60.06 <sup>b</sup>	40.42 <sup>a</sup>	9.13 <sup>d</sup>
Centeno 55	96.16 <sup>b</sup>	12.84 <sup>g</sup>	66.75 <sup>a</sup>	39.41 <sup>a</sup>	8.73 <sup>d</sup>
Remolacha cosecha 2	96.00 <sup>b</sup>	26.11 <sup>b</sup>	22.84 <sup>i</sup>	15.35 <sup>d</sup>	16.73 <sup>c</sup>
Remolacha cosecha 1	96.19 <sup>b</sup>	27.27 <sup>a</sup>	22.00 <sup>i</sup>	12.48 <sup>e</sup>	25.60 <sup>a</sup>
Remolacha raíz	96.12 <sup>b</sup>	18.30 <sup>c</sup>	26.82 <sup>h</sup>	11.79 <sup>e</sup>	10.53 <sup>d</sup>
Triticale 100	96.95 <sup>a</sup>	16.33 <sup>e</sup>	53.09 <sup>d</sup>	34.98 <sup>b</sup>	12.04 <sup>d</sup>
Triticale 61	97.36 <sup>a</sup>	16.37 <sup>e</sup>	52.26 <sup>d</sup>	34.54 <sup>b</sup>	12.54 <sup>d</sup>
Triticale Eronga	96.40 <sup>b</sup>	16.39 <sup>e</sup>	55.28 <sup>cd</sup>	35.10 <sup>b</sup>	9.19 <sup>d</sup>
Probabilidad	0.05	0.03	0.05	0.04	0.04

<sup>†</sup> MS = materia seca; C = cenizas; FDN = fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; PC = proteína cruda.

<sup>abcdeghi</sup> Medias dentro de cada columna seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes (DMS  $\leq$  0.05).

## CONCLUSIONES

En las comparaciones que se llevaron a cabo se encontró que los cultivos forrajeros alternativos evaluados igualan o superan a los forrajes como cebada y triticale en producción de forraje y contenido químico. El contenido fibroso de los forrajes alternativos fue en general menor que el de los forrajes tradicionales; por el contrario el nivel de proteína fue mayor en los forrajes alternativos. El forraje de remolacha mostró 10% más de cenizas que los forrajes tradicionales; en tanto que la canola tuvo 2.5% más cenizas que los forrajes tradicionales, lo que se traduce en menor contenido de materia orgánica. Lo anterior plantea la posibilidad de incluir cultivos forrajeros alternativos como canola, cártamo y remolacha en los sistemas de producción de forraje en la Comarca Lagunera.

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Carr, P.M., Horsley, R.D., and W.W. Poland. 2004. Barley, oat and cereal-pea mixtures as dry land forages in the Northern Great Plains. *Agron. J.* 96:677-684.
- Cueto, W.J.A., Reta, S.J.G., Barrientos, R.J.L., G.C. González, C.G., y E.S. Salazar. 2006. Rendimiento de maíz forrajero en respuesta a fertilización nitrogenada y densidad de población. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 29 (Núm. Especial 2):97-101.
- FEDNA, 2004. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de forrajes y sus subproductos fibrosos húmedos. II. SUBPRODUCTOS HÚMEDOS. S. pp. 28.
- Janick, J., M.G. Blase, D.L. Jhonson, G.D. Jolliff, and R.L. Myers. 1996. Diversifying U.S. crop production. In: J. Janick (ed). *Progress in new crops.*ASHS Press, Alexandria, VA.pp.98-109.
- Linn, J.G. and N.P. Martin. 1999. Forage quality test and interpretations. FO-02637. University of Minnesita Extension Service.12 p.
- Manterola, B.H. y Mira, J.J. 2000. Uso de los cultivos de remolacha, Publicación técnica no. 26
- McCartney, D. H. and A.S. Vaage. 1994. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silage. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 91-96.
- Moreno Díaz, L., D. García Arellano y R. Faz Contreras. 2000. Manejo del riego en la alfalfa. En: Núñez, H., G., Y.I. Chef M., I. Reyes J., H.J. Godina G. (Eds). *Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México.* Libro Técnico No.2. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA.pp. 109-132.
- NRC. 1989. *Nutrimnent Requirements of Dairy Cattle.* Sixth edition. National Academic Press. Washington, D.C.
- Núñez, H.G. 2000. Valor nutritivo de la alfalfa. En: Núñez, H., G., Y.I. Chef M., I. Reyes J., H.J. Godina G.(Eds). *Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México.* Libro Técnico No.2. SAGAR-INIFAP-CIRNOC-CELALA. p. 109-132.
- Ramos, G.J.L. y J.C. Espinoza. 1999. El cultivo de la avena forrajera bajo riego, en Aguascalientes. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. INIFAP. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellón. Folleto No 24.
- Reta, S.D.G., Serrato, C.J.S., Figueroa, V.R., Cueto, W.J., Berúmen, P.S. y C.J. Santamaría. 2008. Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la Comarca Lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coah. P. 101-105.
- Rivera, G.M., Martínez, R.J.G., e I.C. Sánchez. 2005.
- Tecnología de producción de alfalfa (Medicago sativa) mediante riego por goteo subsuperficial o subterráneo.
- [Agrofaz. Vol. 5. Nº. 3:](#) 23-28.
- Sánchez Cohen, I., J.L. González Barrios y L. Descroix. 1998. Situación actual y perspectivas del recurso hídrico en la Región Hidrológica No.36. Análisis fundamentado En investigación científica. Informe Proyectos CENID RASPA ORSTOM. Gómez Palacio. Dgo. México.

## DESARROLLO DE SORGO CON SIMBIOSIS MICORRÍZICA E IRRIGADO CON NIVELES DE SALINIDAD EN EL AGUA

Arturo Díaz Franco, Martín Espinosa Ramírez y Flor Elena Ortiz Cháirez

Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carr. Matamoros-Reynosa, km 61, Río Bravo, Tam.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de la agricultura en las regiones áridas y semiáridas es la salinidad, tanto en suelo como en agua, la cual inhibe el crecimiento y la productividad de los cultivos. En particular, el uso del riego constante con agua salina, origina detrimentos en las propiedades físicas y químicas de los suelos, y reducción en la nutrición, crecimiento y rendimiento de los cultivos. Los efectos directos de la salinidad en el crecimiento de las plantas son el resultado de la toxicidad por iones y/o efectos indirectos por un desbalance osmótico (Al-Karaki, 2006; Tian *et al.*, 2004; Cho *et al.*, 2006). Diversos estudios han demostrado que la simbiosis con los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) inducen tolerancia al estrés salino (Giri y Mukerji, 2004; Harris *et al.*, 2011; Cho *et al.*, 2006). Sin embargo, la funcionalidad de la simbiosis con HMA puede variar según la cepa, aún de la misma especie y la susceptibilidad del cultivar. Tian *et al.* (2004) determinaron que la capacidad de las cepas de HMA para proteger a las plantas de los efectos de la salinidad, pueden mostrar variaciones, inclusive de la misma especie, según los mecanismos para la absorción de Na y Cl. Al-Karaki *et al.* (2001) concluyeron que en condiciones salinas, la micorrización en tomate del cultivar 'Marriha' fue más benéfica que en 'Pello'. El propósito de este estudio fue determinar los efectos simbióticos de dos HMA en dos híbridos de sorgo sometidos a riegos con tres niveles de agua salina.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo experimental se estableció en invernadero del Campo Experimental Río Bravo (CERIB), INIFAP, Río Bravo, Tamaulipas, durante el ciclo P-V 2012. El suelo utilizado se mezcló con termolita adicionada al 10 % (v/v). Las propiedades del suelo donde crecieron las plantas de sorgo fueron: 1.3 % de materia orgánica, pH 8.1, conductividad eléctrica (CE) 1.5 dS m<sup>-1</sup>, arena 59 %, arcilla 18 %, limo 23 %; 33.5 N-NO<sub>3</sub>, 23.1 P, 1063 K, en mg kg<sup>-1</sup> de suelo (Plenecassagne *et al.*, 1999). El suelo puesto sobre lona de plástico y cubierto con la misma, se esterilizó con bromuro de metilo. Posteriormente se llenaron bolsas de plástico (macetas) con capacidad de 7 kg y no se aplicó fertilización química.

Las plantas se inocularon con Burize ST<sup>®</sup>, *Rhizophagus intraradices* y Micorriza INIFAP<sup>®</sup>, *R. intraradices*, ambos con  $\geq 40$  esporas g<sup>-1</sup>. Los HMA se inocularon antes de la siembra a razón de

3 g por bolsa y a una profundidad de  $\approx 6$  cm. El testigo no llevó inoculante. Los híbridos de sorgo utilizados fueron 'Norteño' y 'Gstar 7609'. Las plantas se sometieron a riegos con tres niveles de salinidad (CE) del agua considerados como: desalinizada ( $0.03 \text{ dS m}^{-1}$ ), media ( $2.30 \text{ dS m}^{-1}$ ) y alta ( $4.54 \text{ dS m}^{-1}$ ). El agua desalinizada se adquirió de la planta termoeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad de Río Bravo, Tam. El agua de salinidad alta se obtuvo del subsuelo a través de un pozo localizado dentro del CERIB. Esta agua se diluyó al 50 % con el agua desalinizada para obtener el nivel de salinidad media. Los niveles de salinidad y otras propiedades químicas del agua se determinaron con la metodología de Plenecassagne *et al.* (1999) (Cuadro 1). Los riegos se aplicaron de forma regular y la cantidad de agua se uniformizó en cada maceta. Las plantas se mantuvieron hasta el estado fenológico de hoja bandera.

Cuadro 1. Niveles de salinidad (CE) y otras propiedades químicas del agua utilizada en el riego.

Nivel de salinidad	CE ( $\text{dS m}^{-1}$ )	Cationes ( $\text{me L}^{-1}$ )				Aniones ( $\text{me L}^{-1}$ )			
		Ca	Mg	Na	K	$\text{CO}_3^{=}$	$\text{HCO}_3^{-}$	$\text{Cl}^{-}$	$\text{SO}_4^{=}$
Desalinizada	0.03	0.01	0.01	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.03
Media	2.30	4.03	3.49	14.93	0.22	1.30	5.31	11.00	5.63
Alta	4.54	8.14	7.14	29.70	0.40	2.51	10.47	21.00	11.42

Se realizaron dos mediciones ( $n=10$ ) de clorofila, altura de planta y diámetro de tallo. El contenido de clorofila se determinó mediante el índice SPAD con lecturas hechas a los 23 días después de la siembra (dds) en hojas desarrolladas y a los 33 dds en el centro de la hoja bandera. Las mediciones de altura de planta y diámetro de tallo se hicieron a los 23 y 35 dds. Al final del experimento se estimó el peso de la biomasa fresca y seca tanto aérea como radical. De raíces frescas ( $n=5$ ) se determinó la colonización micorrízica (Phillips y Hayman, 1970; McGonigle y Fitter, 1990). El experimento consistió en un diseño completamente al azar con tres niveles de salinidad de agua, tres tratamientos de HMA y dos híbridos de sorgo, para formar factorial  $3 \times 3 \times 2$  con 10 repeticiones. Los datos se analizaron estadísticamente y la significancia entre los tratamientos e interacciones fue mediante Tukey ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la mayoría de los casos tratamientos de salinidad y HMA produjeron efectos significativos en las variables estudiadas, aun siendo el mismo género y especie (Cuadro 2). Las interacciones salinidad x HMA fueron significativas para altura de planta (23 dds), diámetro de tallo (47 dds), biomasa aérea y radical seca. Los híbridos mostraron diferencias significativas para clorofila, altura de planta y diámetro de tallo (23 dds); éstos también interaccionaron con salinidad para



clorofila, altura de planta (23 dds), diámetro de tallo y biomasa aérea; y con HMA para clorofila (47 dds), altura de planta y diámetro de tallo (23 dds), y biomasa radical. La colonización micorrízica manifestó significancia con HMA e híbridos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Niveles de significancia para clorofila, altura de planta, diámetro de tallo, biomasa (B) aérea y radical, y colonización micorrízica (Col. HMA) en híbridos de sorgo inoculados con HMA e irrigados con diferentes niveles de salinidad de agua.

Variable	Salinidad (S)	HMA (M)	Híbrido (H)	SxM	SxH	MxH	SxMxH	
Clorofila	23 dds <sup>z</sup>	***	***	***	NS	**	NS	NS
	47 dds	NS	**	***	NS	**	**	NS
Altura	23 dds	***	***	***	**	**	*	NS
	49 dds	***	***	***	NS	NS	NS	NS
Diámetro	23 dds	***	***	**	NS	**	**	NS
	49 dds	***	***	NS	*	*	NS	NS
B. aérea	fresca	***	***	NS	*	**	NS	NS
	seca	***	***	NS	**	*	NS	NS
B. radical	fresca	***	***	NS	NS	NS	*	*
	seca	***	***	NS	*	NS	*	NS
Col. HMA	NS	***	*	NS	NS	NS	NS	

\*.\*\*\*\*NS, significativo a  $p < 0.05$ , 0.01, 0.001 y no significativo, respectivamente. <sup>z</sup>Días después de la siembra.

El índice de clorofila (SPAD) a los 23 dds fue mayor en los niveles de salinidad de 0.03 y 2.30 dS m<sup>-1</sup>, con Micorriza INIFAP y el híbrido 'Norteño'. En general los valores menores se observaron en la concentración mayor de sales (4.54 dS m<sup>-1</sup>). A los 47 dds no se observaron variaciones significativas de clorofila entre las concentraciones de salinidad de agua (Cuadro 2), aunque el mayor índice de clorofila se registró en riego desalinizado (0.03 dS m<sup>-1</sup>), con 'Norteño' e inoculado con Micorriza INIFAP. También a los 47 dds, en todos los casos, los valores de clorofila del híbrido 'Norteño' superaron a los tratamientos con Burize ST y sin HMA (Cuadro 3). Diferentes estudios han indicado que los HMA incrementan el contenido de clorofila en cultivos sometidos a estrés salino (Rabie, 2005; Sheng *et al.*, 2008; Zuccarini, 2007). Aunque la efectividad de los HMA en las plantas varía según la cepa inoculada (Díaz *et al.*, 2012; Tian *et al.*, 2004). Cuando se inocularon dos cepas de *Glomus mosseae* (GM1 y GM2) en suelo salino y no salino, GM1 mostró mayor incremento de clorofila y biomasa en diferentes especies (Tian *et al.*, 2004). La altura de planta y el diámetro de tallo decrecieron en plantas con o sin HMA, conforme se incrementó el contenido de sales en el agua de riego. También se ha observado la misma respuesta en plantas bajo diferentes niveles de salinidad en el suelo (Ghanbar *et al.*, 2011) o en agua de riego (Rabie, 2005). En general los registros de éstas dos variables fueron mayores en riego desalinizado, con 'Norteño' y Micorriza INIFAP. Igualmente, la asociación Micorriza INIFAP y 'Norteño' tuvo influencia favorable en los niveles de salinidad 2.30 y 4.54 dS

$m^{-1}$  (Cuadro 3). Ghanbar *et al.* (2011) registraron mayor altura de tallo en plantas de sorgo inoculadas con HMA y sometidas a diferentes concentraciones de salinidad (NaCl) en el suelo.

Cuadro 3. Índice de clorofila, altura de planta y diámetro de tallo en híbridos de sorgo, inoculados con HMA e irrigados con diferentes niveles de salinidad del agua.

Sales ( $dS\ m^{-1}$ )	Sales		Clorofila (SPAD)		Altura planta (cm)		Diámetro (cm)	
	HMA	Híbrido	23 dds	47 dds	23 dds	49 dds	23 dds	49 dds
0.03	Burize	Gstar 7609	33.9 d*	24.0 f	22.7 g	55.7 de	7.0 bc	11.8 b
		Norteño	28.8 f	31.4 bc	24.0 f	60.9 b	6.8 c	11.1 b
	INIFAP	Gstar 7609	35.3 c	29.0 cd	39.7 a	61.6 b	8.5 a	13.4 a
		Norteño	37.9 a	35.8 a	34.7 a	64.7 a	8.7 a	13.7 a
	Sin HMA	Gstar 7609	35.7 c	29.2 cd	24.1 ef	56.1 c	7.7 b	12.0 b
		Norteño	36.0 c	23.6 f	25.4 e	57.4 c	7.1 bc	12.4 b
2.30	Burize	Gstar 7609	34.9 d	26.6 e	28.5 d	51.8 f	6.2 d	8.9 d
		Norteño	30.0 d	32.4 b	22.2 g	50.2 g	5.7 e	8.7 d
	INIFAP	Gstar 7609	35.6 cd	27.2 e	31.0 b	59.1 b	7.0 bc	11.8 b
		Norteño	38.1 a	32.0 b	30.2 c	60.3 b	7.5 b	12.0 b
	Sin HMA	Gstar 7609	34.9 d	26.5 e	28.7 d	52.0 f	6.5 d	10.6 c
		Norteño	36.8 bc	30.0 c	26.4 e	51.8 f	6.5 d	10.9 c
4.54	Burize	Gstar 7609	26.0 g	24.6 f	27.2 de	43.9 j	4.0 h	6.5 g
		Norteño	26.2 g	30.3 c	23.3 g	45.9 i	5.0 f	7.6 f
	INIFAP	Gstar 7609	36.0 c	28.8 cd	30.5 c	48.2 h	5.3 ef	8.3 e
		Norteño	26.8 g	30.5 c	24.9 ef	51.7 f	5.7 e	8.6 d
	Sin HMA	Gstar 7609	31.0 e	24.5 f	23.4 fg	35.2 k	4.4 h	6.4 g
		Norteño	26.7 g	22.6 g	24.0 f	43.9 j	4.8 f	7.3 f

dds=días después de la siembra. \*Promedios unidos con igual letra en cada columna no difieren significativamente (Tukey,  $p < 0.05$ ).

Los niveles de salinidad influyeron en la biomasa aérea fresca y seca, la menor se observó en la concentración  $4.54\ dS\ m^{-1}$ . También Al-Karaki *et al.* (2001) y Ghanbar *et al.* (2011) registraron menor biomasa aérea al incrementarse la concentración de salinidad. En el riego desalinizado y con el inoculante Micorriza INIFAP se registró la mayor biomasa aérea fresca y seca. Los híbridos de sorgo con Micorriza INIFAP incrementaron la biomasa aérea fresca y seca cuando se irrigaron con agua salina de  $2.30$  y  $4.54\ dS\ m^{-1}$ , respecto a Burize ST y sin HMA (Cuadro 3). Pecina *et al.* (2008) evaluaron biofertilizantes en maíz y registraron mayor rendimiento de elote y grano con Micorriza INIFAP comparada con Burize ST. La biomasa radical fresca y seca fue afectada, particularmente de forma severa, con el nivel alto de salinidad ( $4.54\ dS\ m^{-1}$ ). Este fenómeno coincide con los estudios de Al-Karaki *et al.* (2001) en tomate, aunque son opuestos a los obtenidos por Ghanbar *et al.* (2011) en los cuales el peso radical de sorgo fue semejante en plantas con gradiente de salinidad. Los híbridos de sorgo inoculados con Micorriza INIFAP e irrigados con agua desalinizada mostraron el mayor peso fresco radical. No obstante, los

tratamientos anteriores junto con 'Norteño' y Micorriza INIFAP, en la concentración salina de  $2.30 \text{ dS m}^{-1}$ , obtuvieron los pesos secos radicales sobresalientes (Cuadro 3).

No se observó colonización micorrízica en las raíces de las plantas sin inoculación, además de que la variable no fue influenciada por los niveles de salinidad. Dicha influencia no ha sido consistente en otras investigaciones (Al-Karaki, 2006; Rabie, 2005), probablemente sea debido a factores intrínsecos entre la salinidad y la simbiosis HMA-hospedero. En general, en los tres niveles de salinidad, los porcentajes de colonización fueron mayores cuando los híbridos se inocularon con Micorriza INIFAP, aunque entre estos genotipos, 'Gstar 7609' mantuvo mayor colonización (Cuadro 3). Los resultados se relacionan a diversos estudios que señalan a los HMA como los que contribuyen en el crecimiento de plantas al mejorar la absorción de nutrimentos como P, N, K, Cu, Zn, Fe y Mg (Adesemoye y Kloepper, 2009). Además, Heikham *et al.* (2009), indicaron diferentes mecanismos de los HMA para reducir los impactos de la salinidad en las plantas, como favorecer el balance  $\text{K}^+:\text{Na}^+$ , acumulación de prolina y el uso eficiente del agua mediante la conductancia estomatal, transpiración, absorción de agua y la acumulación de osmolitos.

Cuadro 3. Biomasa aérea y radical (fresca y seca) y colonización micorrízica en híbridos de sorgo, inoculados con HMA e irrigados con diferentes niveles de salinidad del agua.

Sales ( $\text{dS m}^{-1}$ )	HMA	Híbrido	Biomasa aérea (g)		Biomasa radical (g)		Colonización (%)
			Fresca	Seca	Fresca	Seca	
0.03	Burize	Gstar 7609	108.2 d*	31.0 c	16.3 b	5.9 c	33.6 c
		Norteño	90.5 f	30.4 cd	16.4 b	5.7 c	34.8 c
	INIFAP	Gstar 7609	145.0 a	41.1 a	18.4 ab	7.9 a	75.6 a
		Norteño	144.6 a	40.4 a	20.3 a	8.0 a	59.2 b
	Sin HMA	Gstar 7609	133.3 b	31.2 c	16.4 b	6.5 bc	0.0 d
		Norteño	132.7 b	33.1 c	16.7 b	6.9 b	0.0 d
2.30	Burize	Gstar 7609	82.0 g	28.4 d	12.8 c	5.2 c	50.4 b
		Norteño	79.3 h	24.0 e	13.9 c	6.0 c	44.8 bc
	INIFAP	Gstar 7609	113.6 d	34.8 b	14.4 c	6.5 bc	73.9 a
		Norteño	114.6 cd	35.6 b	17.1 b	7.4 a	57.7 b
	Sin HMA	Gstar 7609	83.6 g	29.6 d	12.0 c	5.6 c	0.0 d
		Norteño	103.0 e	31.6 c	12.3 c	6.4 bc	0.0 d
4.54	Burize	Gstar 7609	26.8 l	15.8 g	4.1 f	2.0 fg	37.2 c
		Norteño	29.4 k	15.6 g	3.6 f	1.5 g	38.4 c
	INIFAP	Gstar 7609	62.8 i	25.0 e	5.2 ef	3.4 d	70.5 a
		Norteño	40.0 j	21.9 f	8.4 d	3.7 d	54.7 b
	Sin HMA	Gstar 7609	30.2 k	16.3 g	4.4 f	2.0 g	0.0 d
		Norteño	37.8 jk	18.1 fg	4.0 f	1.6 g	0.0 d

\*Promedios unidos con igual letra en cada columna no difieren significativamente (Tukey,  $p < 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

En el presente estudio se demostró en general mayor crecimiento y rendimiento de biomasa en plantas de sorgo mediante la asociación simbiótica entre el HMA Micorriza INIFAP (*R. intraradices*) y el híbrido de sorgo 'Norteño', en los tres niveles de salinidad en el agua de riego.

## BIBLIOGRAFÍA

- Addesemoye AO, Kloepper JW. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 85:1-12.
- Al-Karaki GN. 2006. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Sci. Hort.* 109:1-7.
- Al-Karaki GN, Hammad R, Rusan M. 2001. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. *Mycorrhiza* 11:43-47.
- Cho K, Toler H, Lee J, Ownley B, Stutz JC, Moore JL, Augé RM. 2006. Mycorrhizal symbiosis and response of sorghum plants to combined drought and salinity stresses. *J. Plant Physiol.* 2006:517-528.
- Díaz FA, Ortiz CF, Lozano CM, Aguado SG, Grageda CO. 2012. Growth, mineral absorption and yield of maize inoculated with microbe strains. *Afr. J. Agr. Res.* 28:3764-3769.
- Ghanbar L, Khajehzadeh MH, Afshari H, Ghaffar AE, Abbaspour H. 2011. Effect of mycorrhiza symbiosis on the NaCl salinity in *Sorghum bicolor*. *Afr. J. Biotech.* 10:7796-7804.
- Giri B, Mukerji KG. 2004. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptica* and *S.grandiflora* under field conditions: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. *Mycorrhiza* 14:307-312.
- Harris VC, Esqueda M, Valenzuela SE, Castellanos A. 2011. Tolerancia a sequía y salinidad en *Cucurbitapepo* var. *pepo* asociada con hongos micorrízicos arbusculares del desierto Sonorense. *Agrociencia* 45:959-970.
- Heikham E, Kapoor R, Giri B. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. *Ann. Bot.* 104:1263-1280.
- McGonigle TP and Fitter AH 1990. Ecological specificity of vesicular-arbuscular mycorrhizal associations. *Mycol. Res.* 94:120-122.
- Phillips J, Hayman D. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55:158-161.
- Pecina QV, Díaz FA y Garza CI. 2008. Respuesta del maíz y sorgo a la fertilización biológica. En: Díaz FA y Mayek PN (eds.). *La Biofertilización como Tecnología Sostenible*. Plaza y Valdés/CONACYT. Pp:208-211.
- Plenecassagne, A., Romero FE y López B C. 1999. *Manual de laboratorio para análisis de suelo, planta y agua*. Instituto nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. Gómez Palacio Durango, México. 236 p.
- Rabie GH. 2005. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and kinetin on the response of mungbean plants to irrigation with seawater. *Mycorrhiza* 15:225-230.
- Sheng M, Tang M, Chen H, Yang B, Zhang F, Huang Y. 2008. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza* 18:287-296.
- Tian CY, Feng G, Li XL, Zhang FS. 2004. Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or no-saline soil on salinity tolerance of plants. *Appl. Soil Ecol.* 26:143-148.
- Zuccarini P. 2007. Mycorrhizal infection ameliorates chlorophyll content and nutrient uptake of lettuce exposed to saline irrigation. *Plant Soil Environ.* 53:283-289.

## **ASIMILACIÓN DE NITRÓGENO Y RENDIMIENTO DEL FRIJOL FERTILIZADO CON SELENIO**

**\*<sup>1</sup>Ricardo Barrera Tovar, <sup>2</sup>Esteban Sánchez Chávez y <sup>1</sup>Rodolfo Faz Contreras**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila (México).

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC. Unidad Delicias Av. 4ta. Sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto. Cd. Delicias, Chihuahua, México. CP. 33089.

[barrera.ricardo@inifap.gob.mx](mailto:barrera.ricardo@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

El frijol es un alimento básico y una de las principales fuentes de proteína en la dieta de la población Latinoamericana y el Este de África (Cruz de Carvalho *et al.*, 2000). A nivel mundial se producen anualmente alrededor de 29 millones de toneladas (FAOSTAT, 2013). En México, el frijol es considerado un cultivo estratégico para su investigación, debido a que es un alimento importante de la canasta básica, ya que representa la proteína de origen vegetal más utilizada por los diferentes estratos sociales. México importa anualmente más de 250 mil toneladas que generan un costo de alrededor de 210 millones de dólares (SAGARPA, 2013), la necesidad de recurrir a la importación es debido a que la capacidad del campo mexicano en relación a la producción de frijol no es suficiente para mantener los más de 112 millones de habitantes. Uno de los factores limitantes para incrementar la productividad del cultivo de frijol es la nutrición vegetal, especialmente el relacionado con la fertilización nitrogenada.

El selenio (Se) es un elemento traza considerado necesario para las plantas (Cyrus *et al.*, 1990), actualmente se tiene escasa información en relación a la asimilación de nitrógeno. Es un elemento químicamente similar al azufre, principalmente por sus estados comunes de oxidación (-2, 0, 2+, 4+ y 6+), por lo que las plantas fácilmente lo absorben y metabolizan a través de sus transportadores y vías, es absorbido por la raíz a través de los transportadores de sulfato de alta afinidad, posteriormente se desplaza sin modificación química a través del xilema hasta las hojas (Li *et al.*, 2008). Se tiene que dosis bajas de selenio en las plantas inducen la asimilación del azufre (Mikkelsen y Lyons, 2005), mientras que el incremento del azufre estimula la asimilación del nitrógeno (Leustek y Saito, 2000). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación se centró en estudiar el efecto de la aplicación de dosis crecientes de Selenio sobre la asimilación de nitrógeno y bioproduktividad del cultivo de frijol.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las semillas de frijol fueron germinadas en charolas rellenas con peat-mos y vermiculita, dentro de una cámara de cultivo, en Cd. Delicias, Chihuahua, México, a 28 °C. Posteriormente las

plántulas fueron trasplantadas y cultivadas bajo condiciones ambientales controladas: humedad relativa de 80 %, temperatura 28-22 °C (día/noche), fotoperiodo de 16-8 h (día/noche) e intensidad luminosa de 350  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ; crecieron en macetas individuales de ocho litros, rellenas con vermiculita.

Durante diez días a partir del trasplante y antes de la aplicación de los tratamientos experimentales, las plantas recibieron una solución nutritiva completa de Hoagland adecuada por Sánchez *et al.*, (2004), esta solución mantuvo un pH de 6.0 - 6.1 y fue renovada cada tres días. Diez días después del trasplante y hasta la madurez fisiológica se aplicaron los siguientes tratamientos de Selenato de Sodio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_4$ ): 0, 10, 20, 40, 80 y 160  $\mu\text{mol}$ . El diseño experimental consistió en la distribución al azar de los distintos tratamientos y de sus repeticiones. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones en macetas individuales.

El muestreo vegetal se realizó en la etapa fenológica de desarrollo completo y madurez del fruto, se pesaron en fresco y una parte de este material fue utilizado para el análisis de la actividad nitrato reductasa (NR).

Para determinar la producción total de biomasa (raíz, tallo, pecíolo, vaina, semilla y hoja) se pesó en fresco y en seco.

En la determinación del Selenio, las muestras secas y homogenizadas, fueron digeridas en 15 ml de una mezcla de ácido perclórico y ácido nítrico (relación 3:2, v/v). Posteriormente, 2 ml de HCl concentrado fue adicionado para reducir el selenato a selenito. El selenio fue determinado por la generación hídrica de espectrofotometría de absorción atómica usando el equipo Perkin Elmer y un generador de hidruros MHS-1, de acuerdo a la metodología propuesta por Brooks *et al.*, (2002).

La determinación de la actividad Nitrato Reductasa "in vivo", se basó en el método propuesto por Mauriño *et al.*, (1986); Ruiz y Romero (1998); Sánchez (2006).

En la determinación nutricional foliar, las hojas de cada unidad experimental fueron tomadas de la altura media de la planta y de la parte media del brote, cuando finalizó el ciclo del cultivo. Luego se molieron en un molino Willey con cámara de acero inoxidable y malla número 20, y se prepararon para la determinación del contenido nutricional, el cual se efectuó mediante la metodología desarrollada por Uvalle-Bueno (1993).

El Nitrógeno total se determinó por el micro-kjeldahl, el sodio, cobre, hierro, manganeso y zinc por una mezcla digestora y espectrofotometría de absorción atómica, el calcio, potasio y magnesio por mezcla digestora y absorción atómica y el fósforo por mezcla triácida y metavanadato molibdato de amonio y colorimetría.

### Análisis Estadístico

Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza. Para la diferencia entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba LSD a 95 % (SAS, 1987). Los datos son medias (n=4), y los niveles de significancia están representados por \*: a  $P \leq 0.05$ , \*\*: a  $P \leq 0.01$ , \*\*\*: a  $P \leq 0.001$  y ns: no significativo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La biomasa es un parámetro agronómico que caracteriza la capacidad de las plantas para acumular materia seca (Brown, 1997; Eamus *et al.*, 2000). En la presente investigación, la producción de biomasa foliar presentó diferencias estadísticas (\*\*) por efecto de la aplicación de Selenio, donde la dosis 160  $\mu\text{mol}$  incrementó la biomasa un 50 % en relación a la dosis 20  $\mu\text{mol}$  la cual registró el contenido de biomasa foliar mínimo. La acumulación de biomasa foliar en la dosis 160  $\mu\text{mol}$  también fue superior al control en más del 36 % (Figura 1). Nuestros resultados coinciden con Benavides *et al.*, (2010), quienes encontraron que la aplicación de selenio incrementó la biomasa foliar de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

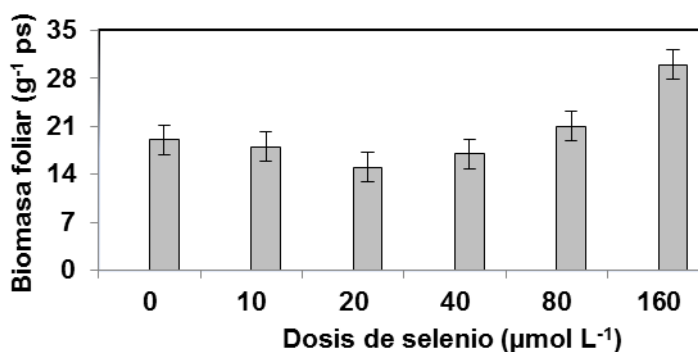


Figura 1. Biomasa foliar en plantas de frijol, por efecto de la aplicación de selenio.

El incremento de la biomasa foliar es debido a que la aplicación de selenio induce la asimilación del azufre (Mikkelsen y Lyons 1989; Lyons *et al.*, 2005), mientras que el incremento del azufre estimula la asimilación del nitrógeno (Leustek y Saito, 2000).

El rendimiento agrícola es el principal parámetro agronómico que indica la productividad de las plantas (Schroeder *et al.*, 1997). En la presente investigación, se encontraron diferencias estadísticas (\*), siendo la dosis 20  $\mu\text{mol}$  la que presentó el máximo rendimiento con un incremento de 59 % en relación a la dosis 160  $\mu\text{mol}$  donde se encontró el rendimiento mínimo, la dosis 20  $\mu\text{mol}$  también fue superior 8 % en relación al rendimiento obtenido en el control (Figura 2).

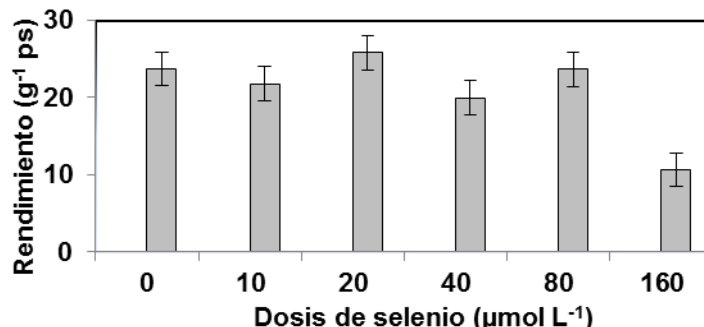


Figura 2. Rendimiento por planta en frijol, por efecto de la aplicación de selenio.

Los resultados de la presente investigación coinciden con Turakainen *et al.*, (2004), quienes encontraron que la aplicación de selenio induce el rendimiento en plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.). De igual manera Yao *et al.*, (2009), encuentran que la aplicación de selenio induce el rendimiento en plantas de trigo. Se observa que las concentraciones altas de selenio disminuyeron el rendimiento por planta, consideramos que esto es debido a que dosis altas de selenio producen un efecto tóxico actuando como proóxidante que favorece la producción de los radicales peróxido lipídicos (Hartikainen y Piironen, 2000), los cuales causan rompimiento en las cadenas de ADN y oxidan indiscriminadamente cualquier molécula orgánica, provocando muerte celular (Hernández y Mc Cord, 2007).

La etapa limitante en la asimilación de nitrógeno es la reducción de  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NO}_2^-$  catalizada por la enzima nitrato reductasa (Huber *et al.*, 1996; Sivasankar y Oaks, 1996). En la presente investigación, la actividad NR presentó diferencias estadísticas (\*) por efecto de la aplicación de selenio, donde las dosis de 40 y 80  $\mu\text{mol}$  fueron las que ~~añ~~redujeron la actividad de esta enzima hasta en 25 % con respecto al control y a la dosis 10  $\mu\text{mol}$  donde se ~~en~~encontró actividad más alta (Figura 3).

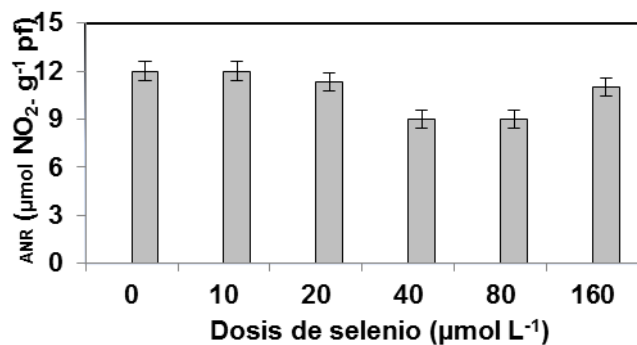


Figura 3. ANR en plantas de frijol, por efecto de la aplicación de Selenio.



Resultados similares fueron observados por autores como Ruiz *et al.*, (2003), quienes demostraron que el selenio influye negativamente sobre la actividad de la enzima NR, por el contrario Nowak *et al.*, (2004) y Ríos (2008), encuentran que la aplicación de selenio en plantas de trigo y lechuga respectivamente incrementa la actividad NR. Nuestros resultados en relación a la actividad NR, son debido a que existe una similitud química entre el selenio y el azufre, por lo que en dosis altas se genera antagonismo dando como resultado una competencia en los procesos bioquímicos de asimilación de aminoácidos y proteínas (White *et al.*, 2004), contrario a esto las dosis bajas de selenio generan sinergismo con el azufre y a su vez el azufre estimula la asimilación del nitrógeno para mantener la relación 1:20 (Leustek y Saito, 2000).

Los productos finales de la asimilación del nitrógeno en las plantas son principalmente aminoácidos, proteínas y nitrógeno orgánico (Barneix y Causin, 1996). El nitrógeno total, es la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos) y el nitrógeno amoniacal, se considera un parámetro crítico para determinar el crecimiento, productividad y en general el estado nutricional de las plantas (Ruiz y Romero, 1999). La presente investigación, indica diferencias estadísticas (\*) en la concentración de nitrógeno total por efecto de la aplicación de selenio, siendo la dosis 80  $\mu\text{mol L}^{-1}$  quien obtuvo la mayor concentración con un incremento de 30 % en relación a la dosis 160  $\mu\text{mol}$ , donde se presentó la concentración más baja, en relación al control la dosis 80  $\mu\text{mol}$  también fue superior (Figura 4).

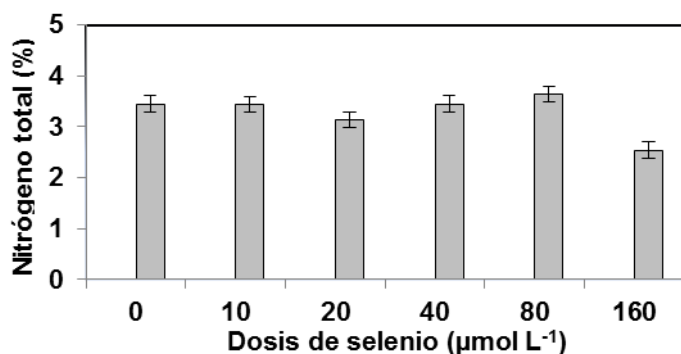


Figura 4. Nitrógeno total en plantas de frijol, por efecto de la aplicación de Selenio.

## CONCLUSIONES

Las dosis altas de selenio (80 y 160  $\mu\text{mol}$ ), incrementaron la concentración de nitrógeno total y producción de biomasa foliar respectivamente, mientras que la actividad nitrato reductasa no se vio afectada con la dosis 10  $\mu\text{mol}$ , sin embargo la dosis 20  $\mu\text{mol}$ , incrementó el rendimiento por planta. El tratamiento con la dosis más alta de selenio 160  $\mu\text{mol}$ , se caracterizó por disminuir el contenido de nitrógeno total, mientras que la actividad nitrato reductasa fue inferior a la

observada en la dosis 20  $\mu\text{mol}$ , donde se obtuvo el máximo rendimiento. Finalmente, se concluye que las dosis bajas de selenio en forma de selenato de sodio inducen la asimilación de nitrógeno incrementando la concentración de compuestos nitrogenados, los cuales se ven reflejados en el rendimiento de las plantas de frijol.

### BIBLIOGRAFÍA

- Barneix, A. J. and Causin H. F. 1996. The central role of amino acids on nitrogen utilization and plant growth. *Journal of Plant Physiology*. 149: 358-362.
- Benavides, M. A.; Ramírez, R.; Robledo, V.; Fuentes, L. O. y Sandoval, A. 2010. Elementos traza y calidad nutricional, casos del iodo, zinc y selenio. *Revista Agraria -Nueva Época*. 19: 23-31.
- Brooks, J. D.; Metter, E. J. and Chan, D. W. 2002. Plasma selenium level before diagnosis and the risk of 16 prostate cancer development. *J Urol*. Dec; 166(6):2034-8.
- Cruz de Carvalho, B. M.; Van Le; Zuily-Fodil, A. T.; Pharm, T. and Thanh Van, K.T. 2000. Efficient 22 whole plant regeneration of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using thin-cell layer culture 23 and silver nitrate. *Plant Sci*. 159: 223- 232.
- Cyrus, B. M.; Gerald, F. C. and Nell, I. M. 1990. Effect of selenium on the nitrogenous constituents of the 1 potato. *J. Agric. Food Chem* 33, 2000-2002.
- Leustek, T. and Saito, K. 2000. Sulfate transport and assimilation in plants. *Plant Physiology*. 120: 637-23 643.
- Li, H.; Mc Grath, S. P. and Zhao, F. J. 2008. Selenium uptake, translocation and speciation in wheat 25 supplied with selenate or selenite. *New Phytologist* 178:92-102.
- Mikkelsen, D. S. and Lyons, G. 2005. Fertilizer use on rice. *In* Dinauer, R. C., managing editor. *Changing 12 patterns in fertilizer use*. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin. Pp. 403-432.
- Ruiz, J. M. and Romero L. 1999. Cucumber yield and nitrogen metabolism in response to nitrogen 24 supply. *24 Scientia Horticulturae*. 82: 309-316.
- Turakainen, M.; Helinä, H. and Mervi, M. S. 2004. Effects of Selenium Treatments on Potato (*Solanum 23 tuberosum* L.) Growth and Concentrations of Soluble Sugars and Starch. *J. Agric. Food Chem*. pp 24 5378–5382.
- Uvalle-Bueno, J. X. 1993. Identifying soil properties associated with chlorosis in soybeans. *Technical 1 Agriculture in Mexico*. Year 39. 1.19. (1).

## **PRODUCCIÓN INTENSIVA DEL CULTIVO DE MELÓN BAJO CASA SOMBRA COMO ALTERNATIVA PRODUCTIVA**

**Potisek Talavera María del Carmen.<sup>1</sup>, González Cervantes Guillermo<sup>1</sup>, Velásquez Valle Miguel<sup>1</sup>, González Barrios José Luis<sup>1</sup>, Macías Rodríguez Hilario<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>CENID-RASPA, INIFAP. Km 6+500 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio Dgo. México E-mail: [potisek.carmen@inifap.gob.mx](mailto:potisek.carmen@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

La Región Lagunera destaca como la zona melonera más importante del país (Ortiz *et al.*, 2011), con una superficie anual promedio de más de 5,300 ha y una producción de 115,000 t. Mapimí es el municipio con mayor superficie y producción en la región con una superficie cosechada, en el año 2012, de 1,420.00 ha y una producción de 46,708.00 t (Arellano *et al.*, 2011). Existe el antecedente del comportamiento de altibajos en la superficie de siembra, que se debe principalmente a los precios de venta; ya que, al presentarse un buen año en cuanto a producción y una ventana comercial completa para posicionarse en el mercado, los productores generalmente incrementan la superficie de siembra, la que al cosecharse provoca la caída de precios por la sobre oferta y por consiguiente la reducción de la superficie sembrada para el siguiente ciclo agrícola. Sin embargo; también existen otros factores que influyen en el tamaño de la superficie a sembrar en cada ciclo y se determina por la disponibilidad de agua en las presas, los eventos extremos, la falta de crédito y los bajos precios que genera sobre oferta. Las llamadas casa-sombra o bioespacios son estructuras consideradas en Europa de baja tecnología (Guantes, 2006); por lo que su costo es menor, comparado con el de los invernaderos. El precio podría variar entre los 4 o 5 euros por m<sup>2</sup> hasta el año 2006. De acuerdo a Castellanos y Borbón, (2009), mencionan que a partir del 2004, en México, el crecimiento exponencial de construcción en invernaderos y casa- sombra o bioespacios, refleja la importancia de la actividad hortícola bajo este sistema, llegando a cuantificarse alrededor de 10,000 hectáreas con agricultura protegida; de las cuales 5,000 son invernaderos y el resto casa-sombra o bioespacios. La alternativa de producción de hortalizas bajo el sistema de bioespacios, ofrece la opción de que sean más rentables que los invernaderos, pues no requieren de la climatización en los mismos, aprovechando las condiciones de clima semidértico y lo más importante producir fuera de temporada. En la actualidad la tendencia a utilizar productos orgánicos, permiten a los agricultores obtener mayores rendimientos sin alterar el medio ambiente. En este sentido, las sustancias orgánicas han despertado un gran interés en los productores del campo; pues entre sus múltiples beneficios posibilitan un mejor

aprovechamiento de fertilizantes foliares y radiculares, además de estimular el crecimiento general de la planta, lo cual se traduce en mayores rendimientos y mejor calidad de cosechas.

### **Objetivo**

Validar la producción intensiva de melón bajo malla sombra como alternativa productiva.

### **Objetivo Específico**

Evaluar la producción del cultivo y la calidad del producto durante dos ciclos de producción con aplicación de sustancias orgánicas (ácidos fúlvicos y húmicos).

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo en el área de Agricultura Protegida del CENID\_RASPA en Gómez Palacio, Durango, en una casa sombra ó bioespacio con una superficie total de 308 m<sup>2</sup>. Dentro de la malla sombra se realizó un muestreo de suelo con fines de fertilidad para conocer la aportación nutrimental. El sistema de riego fue por goteo-cintilla. La instalación del sistema de riego se hizo colocando una tubería principal de PVC de 1.5 pulgadas; donde fueron colocadas dos líneas regantes por cama melonera a una distancia de 0.30 m entre ellas, las líneas regantes tienen las salidas de goteo turbulento espaciados a 0.15 m. Se esterilizó el suelo mediante el proceso de biofumigación. Las plantas de melón (*Cucumis melo* L.) cv. Cruiser, se obtuvieron en semillero aparte y se trasplantaron al Bioespacio con malla antiáfido en 15 camas meloneras de dimensiones cada una de 0.65 de ancho X 13 m de largo. Mediante la técnica de fertirrigación se realizó la incorporación de los fertilizantes La solución nutrimental utilizada para el cultivo de melón fue la propuesta por Cadahia, (2005), la cual consistió en la aplicación de N-NO<sub>3</sub>(7.3 meq), K<sup>+</sup> (3.7meq), H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (1.2meq, Ca<sup>++</sup>(3.5meq), Mg<sup>++</sup>(2meq), HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (1.5-2meq). Completando la solución ideal con los aportes de suelo en el Bioespacio y el agua por ciclo correspondiente. La fertilización se hizo dos veces por semana, aplicándose en el primer riego del día durante el desarrollo vegetativo del cultivo. Al inicio de fructificación se fue incrementando al triple la cantidad de N-NO<sub>3</sub> y al doble para el Ca y el K hasta la cosecha. En el ciclo 2012 fueron evaluados 3 tratamientos en el bioespacio ó casa-sombra con ácidos fúlvicos con 8 repeticiones (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Tratamientos evaluados con ácidos fúlvicos en el Bioespacio ó Malla sombra

Tratamiento	Descripción	Dosis por Planta
1	Acido Fúlvico (AF) pH 7	4ml L <sup>-1</sup>
2	Control Sin Ácido	
3	Acido Fúlvico (AF) pH 6	4ml L <sup>-1</sup>

Los tratamientos evaluados con los ácidos húmicos se describen en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Tratamientos evaluados con ácidos húmicos en el Bioespacio. ó Malla sombra

Tratamiento	Descripción	Dosis por Planta
1	Acido Húmicos (AH) pH 7	4ml L <sup>-1</sup>
2	Control Sin Ácido	
3	Acido Húmico (AH) pH 6	4ml L <sup>-1</sup>

Las aplicaciones al suelo de ácidos fúlvicos y húmicos a diferentes pH (6.0 y 7.0), se hicieron en las etapas de trasplante y al inicio de floración, teniendo el testigo al cual no se le aplicó ácido. La variable de rendimiento fue analizada estadísticamente mediante el programa PROC. GLM de SAS (SAS Institute, 2003) en un diseño de completamente al azar con 8 repeticiones, tanto para los ácidos fúlvicos, como para los ácidos húmicos. La importancia de las diferencias se comprobó mediante la prueba de Tukey (0.05).

En el ciclo P-V 2013, los tratamientos evaluados en el bioespacio ó casa-sombra fueron tres: 1 Aplicación de Ácidos Fúlvicos pH<sub>7</sub> (4ml L<sup>-1</sup>); 2 Aplicación de Ácidos Húmicos pH<sub>7</sub> (4ml L<sup>-1</sup>) y 3 Control Sin Ácido. Los ácidos se aplicaron en la base del tallo de la planta; estas aplicaciones se realizaron antes del trasplante, la segunda aplicación fue en la etapa de floración y la tercera se realizó en la etapa de fructificación.

La variable de rendimiento fue analizada estadísticamente mediante el programa PROC. GLM de SAS (SAS Institute, 2003) en un diseño de completamente al azar con tres tratamientos y 8 repeticiones. La importancia de las diferencias se comprobó mediante la prueba de Tukey (0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cosecha Ciclo 2012. La cosecha del fruto se inició a los 64 días después del trasplante en el bioespacio ó casa-sombra y terminó su ciclo largo a los 130 días después del trasplante (Producción intensiva). La cosecha se realizó como fruta madura cuando el melón está completamente rallado y de un color amarillo, además de que el fruto es desprendido fácilmente del pedúnculo. Los cortes que se hicieron en la casa-sombra fueron siete durante el ciclo primavera-verano 2012; mientras que en el cielo abierto fueron seis.

En el Cuadro 3 se presenta el rendimiento experimental de 6.16 kg m<sup>-2</sup> con el tratamiento de Ácidos Fúlvicos a pH igual a 7.0 estadísticamente igual al tratamiento Testigo con un valor de 5.25 kg m<sup>-2</sup> y al tratamiento con Ácido Fúlvico a pH igual a 6.0 con un rendimiento de 5.26.

Cuadro 3. Rendimiento experimental (kg m<sup>-2</sup>) y Rendimiento Potencial (t ha<sup>-1</sup>) con aplicación de ácidos fúlvicos a diferente pH en bioespacio ó casa-sombra.

Tratamiento	Rendimiento experimental (kg m <sup>-2</sup> )	Rendimiento Potencial (t ha <sup>-1</sup> )
1 Ácidos Fúlvicos pH_7	6.16 <sup>a</sup>	61.6
2 Testigo	5.25 <sup>a</sup>	52.5
3 Ácidos Fúlvicos pH_6	5.26 <sup>a</sup>	52.6

Medias con la misma letra en una misma columna son estadísticamente iguales. Tukey al (p ≤ 0,05).

En cuanto a la calidad del fruto para el híbrido variedad Cruiser F1 cultivado en la casa- sombra, la longitud del fruto en el tratamiento con ácidos fúlvicos a pH igual a 7.0 fue de 16.8 cm y un diámetro ecuatorial del fruto de 13.8 cm; mientras que, para el tratamiento testigo fue de 14.22 cm y de diámetro ecuatorial 12.9 cm.

En el Cuadro 4 se presenta el rendimiento experimental en (kg m<sup>-2</sup>) de 5.69 kg m<sup>-2</sup> con el tratamiento de Acido Húmico a pH 6.0 estadísticamente igual; mientras que con el ácido húmico a pH 7.0 el rendimiento fue de 4.65y el Testigo con 4.22kg m<sup>-2</sup>.

Cuadro 4. Rendimiento experimental (kg m<sup>-2</sup>), Rendimiento potencial (t ha<sup>-1</sup>) con aplicación de los ácidos húmicos en Bioespacio CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Tratamiento	Rendimiento Experimental (kg m <sup>-2</sup> )	Rendimiento Potencial (t ha <sup>-1</sup> )
1 Ácidos Húmicos pH_7	4.65 <sup>a</sup>	46.5
2 Testigo	4.22 <sup>a</sup>	42.2
3 Ácidos Húmicos pH_6	5.69 <sup>a</sup>	56.9

Medias con la misma letra en una misma columna son estadísticamente iguales. Tukey al (p ≤ 0,05).

El rendimiento obtenido a cielo abierto fue de 3.8 kg m<sup>-2</sup> ó 38 t ha<sup>-1</sup> y la longitud promedio del fruto fue de 15.5 cm y de diámetro ecuatorial fue 12.6 cm. En el caso de la aplicación de ácidos húmicos a pH igual a 6.0 la longitud del fruto fue de 16.4 cm, con un diámetro ecuatorial de 13.3 cm; mientras que para el tratamiento testigo fue de 13.6 cm y en cuanto al diámetro ecuatorial del fruto 12.1 cm. Respecto al contenido de azúcares, de los resultados obtenidos en las pruebas hechas para determinar los valores de la dulzura de los frutos en grados Brix de 10

melones por tratamiento se observaron valores de 12 unidades con la aplicación de ácidos fúlvicos y húmicos a pH 7.0 y 6.0.

Cosecha Ciclo 2013. Los resultados obtenidos con el rendimiento total del melón, se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ), siendo el tratamiento con la aplicación de ácido húmico el mejor de acuerdo a la prueba de Tukey al ( $p \leq 0,05$ ), obteniendo un total de 32.73 toneladas por hectárea en comparación al testigo que fue de 24.22 toneladas por hectárea (Cuadro 5). Ya que el ciclo de cultivo de melón con el tratamiento de ácido húmico fue superior en todos los aspectos tanto área foliar como de materia seca total, Según Arellano *et al.*, (2011) menciona que en la Región Lagunera se reporta una producción media de 21.69 toneladas por hectárea la cual podemos ver que obtenemos un 33.7% de aumento con la aplicación de ácido húmico. En cuanto al diámetro ecuatorial se encontró diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre las medias de los tratamientos evaluados siendo el tratamiento con la aplicación de ácido húmico el mejor de acuerdo a la prueba de Tukey al ( $p \leq 0,05$ ), con una media 122. 518 mm, seguido por el ácido fúlvico que su comportamiento es igual estadísticamente al testigo 114.788 y 111.443 mm (Cuadro 5), estos datos coinciden con (Silva *et al.*, 2005) quienes mencionan que puede deberse al tipo de fruto, la variedad o por factores ambientales y genéticos que afectan sus características fundamentales. En la variable diámetro polar no se encontró diferencia estadística entre tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey al ( $p \leq 0,05$ ), pero hay una tendencia favorable con los tratamientos de ácido húmico y fúlvico con medias de 131.14 y 129.14 mm (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimiento Potencial ( $\text{ton ha}^{-1}$ ), Rendimiento Potencial ( $\text{kg m}^{-2}$ ), diámetro ecuatorial (D.E), diámetro polar (D.P) y grados brix ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) del cultivo de melón, durante el ciclo agrícola P-V 2013, CENID RASPA, Gómez Palacio, Dgo.

Tratamientos	Rendimiento Potencial ( $\text{Ton ha}^{-1}$ )	Rendimiento Potencial ( $\text{Kg m}^{-2}$ )	D.E (mm)	D.P (mm)	$^{\circ}\text{Brix}$ (mm)
Ácido Fúlvico	27.122 b	2.71b	114.788 b	129.14 a	11.50 a
Ácido Húmico	32.730 a	3.27a	122.518 a	131.14 a	11.00 a
Testigo	24.225 b	2.4b	111.443 b	125.38 a	10.12 a

Medias con la misma letra en una misma columna son estadísticamente iguales. Tukey al ( $p \leq 0,05$ ).

## CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este documento corresponden exclusivamente a los ciclos trabajados (2012 y 2013), bajo las condiciones de una casa sombra con suelo franco arenoso en la Región Lagunera.

- Puede cultivarse el melón de forma intensiva en un ciclo largo ó bien dos ciclos cortos considerando la variedad adecuada para el ciclo (variedades de ciclo largo ó corto), buscando la ventana de comercialización óptima
- Mediante el sistema de producción en bioespacio ó Casa-sombra, es posible obtener rendimientos de hasta tres veces más por unidad de superficie y de calidad superior comparados con los obtenidos a cielo abierto, cuidando el control de plagas y enfermedades que puedan afectar el cultivo
- La utilización de ácidos fúlvicos y húmicos para la producción del cultivo de melón bajo condiciones de bioespacio tienden a mejorar la producción.

## BIBLIOGRAFIA

- Cadahía L.C. 2005. Fertirrigación. Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales. 3ª. Ed. Ampliada. Editorial Mundi-Prensa. España. 681p
- Arellano, J. d. J. E., M. L. Cota y S. L. Nájera. 2011. "Posibilidades y restricciones para la exportación de melón cantaloupe producido en el municipio de Mapimí, Dgo., MÉXICO al mercado de los estados unidos." Revista Mexicana de Agronegocios 15(28): 593-604.
- Castellanos, J. Z. y M. Borbón. 2009. Manual de Producción de tomate en Invernadero. En: Capítulo 1. Intagri. ISBN 978-607-95302-0-4. Impreso en México.pp1-18
- Guantes , R. J. 2006. El Mercado de los Invernaderos en México, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en México,  
[http://www.icex.es/icex/cda/controller/page/0,2956,35582\\_10145\\_18362\\_418913,00.html](http://www.icex.es/icex/cda/controller/page/0,2956,35582_10145_18362_418913,00.html) consultado 2010.
- Ortiz, N. P., M. I. Ibarra, J. A. Ávila, O. E. Arriaga y G. García. 2011. "Efecto de la coloración del acolchado plástico y riego por cintilla sobre la producción de melón (*Cucumis melo* L)".
- SAS Institute. 2003. SAS/STAT user's guide. Cary, NC, USA.
- Silva, N.D., S. Nascimento, J. Francismar de Medeiros y M. Navarro Vásquez.2005. "Calidad postcosecha d e frutos de melon producidos sobre diferentes niveles de salinidad del suelo y manejo de la fertirrigación en invernadero. "Ingeniería del agua, 2005, Vol 12, Num. 2



## **PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE AVENA BAJO DIFERENTE ESTRÉS HÍDRICO EN EL SUELO**

**<sup>1</sup>Marco A. Inzunza Ibarra, <sup>1</sup>Ernesto A. Catalán Valencia, <sup>1</sup>Magdalena Villa Castorena y <sup>1</sup>Abel Román López, Rutilo López Lopéz**

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA), INIFAP<sup>1</sup>. Canal Sacramento Km 6.5 margen derecha, Gómez Palacio, Dgo. CP 35140.  
[inzunza.marco@inifap.gob.mx](mailto:inzunza.marco@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

La optimización del aprovechamiento del agua de riego es una acción indispensable para disminuir el gran problema de la escasez de agua para uso agrícola en la Comarca Lagunera y en más del 50% del territorio nacional. Para esto, se necesita conocer el requerimiento de los cultivos explotados actuales y los de nueva introducción, que sean más eficientes en la conversión del agua de riego a materia seca y grano. El cultivo de la avena se considera, dentro de estos últimos por generar forraje de calidad aceptable durante el período donde se abate en forma significativa la producción de forraje de alfalfa (Flores *et al.*, 2008). El forraje de la avena presenta alta digestibilidad, alta cantidad de energía metabolizable y su fibra tiene mejores cualidades que otros cereales de grano pequeño; además, el grano presenta alta cantidad y calidad de proteínas, carbohidratos, minerales, grasas y vitamina B (Espitia *et al.*, 2012). El SIAP (2010) reporta que a nivel nacional se cultivaron 723,156 ha a nivel nacional, de esta superficie la Comarca Lagunera contribuyó para el mismo año con 16,203 ha con un rendimiento promedio de 13.8 t ha<sup>-1</sup>. Espinoza *et al.* (2009), comentan que este cultivo ha tenido un incremento de un 294% en un período de 27 años de explotación a partir de 1980, lo que da idea de la importancia regional para su autosuficiencia forrajera. Abraha and Savage (2008), indican en un estudio en base a modelos de simulación del balance de humedad en el suelo, que manejar la programación del riego para la avena, entre el 40 al 60% de la humedad aprovechable consumida del suelo, resultó aplicar más humedad que la requerida por el cultivo. Concluyen que los resultados demostraron la utilidad de este tipo de modelos en la toma de decisiones del riego de los cultivos, al evitar sobrierigos y aplicaciones menores del requerimiento de la avena. Con el objetivo de determinar la etapa más oportuna de cosechar la avena y optimizar su productividad del agua, Espitia *et al.* (2012), concluyeron que realizar el corte en las etapas de grano lechoso y masoso se obtiene la mayor cantidad de forraje de hasta 19 t ha<sup>-1</sup> de materia seca, y en cuanto a calidad, la mejor etapa fue la de embuche, registrando hasta 24% de proteína. En un estudio en la región Lagunera, con el objetivo de encontrar

alternativas al sistema productivo de abastecimiento de forraje a la cuenca lechera en base a la alfalfa, de baja eficiencia de uso de agua, Reta *et al.* (2010), encontraron que el sistema en base a la avena y maíz, produjo la más alta productividad de agua de 2.0 kg de materia seca por m<sup>3</sup> de agua utilizada. En esta región sobresaliente por su cuenca lechera, los cultivos forrajeros son de gran importancia, ya que son una fuente de nutrientes para los hatos destinados a la producción de carne y leche. La avena forrajera es la especie más extendida y utilizada como forraje de invierno. Al considerar lo anterior, resulta fundamental conocer la relación existente entre el rendimiento de forraje y su cantidad de agua utilizada que permita optimizar su uso y maximizar su producción de forraje.

El objetivo del estudio fue la determinación de la relación entre la producción de forraje de la avena y el régimen de humedad del suelo. Determinar la respuesta de la avena a diferentes contenidos de humedad del suelo y estimar su producción en función de la cantidad de agua aplicada en dos etapas de su crecimiento vegetativo. Generar conocimiento para tener herramientas robustas para la toma de decisiones en la planeación regional del manejo de volúmenes disponibles y de qué cultivos explotar, de acuerdo a sus requerimientos hídricos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este estudio 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°C. Las lluvias son en verano, con lluvias invernales que representan de 5 a 10.2% del total anual (García, 1988). 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. El trabajo consistió de dos factores en estudio: la variación del contenido de humedad en el suelo en dos etapas de crecimiento de la Avena forrajera. 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 formación del grano en estado lechoso-masoso del cultivo. 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<sub>1</sub>) por la avena. Similarmente, para la segunda etapa (inicio de floración a grano lechoso-masoso del grano) se ensayaron los mismos niveles de

---

estudio (HAC<sub>2</sub>). 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<sup>2</sup> (4 de ancho por 5 de largo).

Cuadro 1. Tratamientos de humedad del suelo ensayados en el cultivo de la avena

Tratamiento	Etapa 1, de emergencia a inicio de floración (HAC <sub>1</sub> )	Etapa 2, de inicio de floración a grano lechoso-masoso (HAC <sub>2</sub> )
1	40	40
2	40	80
3	60	60
4	60	100
5	80	40
6	80	80
7	100	60

HAC<sub>1</sub> = Humedad aprovechable consumida en la etapa 1; HAC<sub>2</sub> = Humedad aprovechable consumida en la etapa 2.

Para determinar y monitorear el contenido de agua del suelo y su variación a través el ciclo del cultivo en cada tratamiento, se utilizaron los métodos de reflectometría en el dominio temporal (TDR) previamente calibrado con el gravimétrico como método estándar para su calibración basado en la toma de muestras del suelo con barrenas tipo vehimeyer. La variedad de la avena usada fue la Cuauhtémoc, la siembra se efectuó el 05 de noviembre del 2013, con una densidad de siembra de 140 kg ha<sup>-1</sup>, esta se realizó en seco y la emergencia inició el 13 del mismo mes. Para la fertilización se aplicó la fórmula 150-100-0. Las variables evaluadas fueron, el rendimiento de forraje verde (FV) y materia seca (MS) en t ha<sup>-1</sup>, la lámina de agua consumida. El análisis de la información se realizó en base al análisis de varianza, de comparación de medias (Tukey 5%) y del análisis de regresión.

## 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 de la avena. El rango del contenido de la humedad aprovechable consumida fluctuó de 38% en la etapa de inicio de floración a formación de grano

en estado lechoso-masoso en el tratamiento 40-40 de condiciones de humedad no restrictivas a 96% de la HAC tanto para el tratamiento 100-60 como el 60-100 de condiciones hídricas restrictivas. Para el caso de la lámina consumida por la avena, el mayor consumo de 33.74 cm en la segunda etapa, se presentó en los tratamientos 40-40 y 80-40 de condiciones más húmedas que el resto, el menor consumo se mostró en el tratamiento 100-60 de bajo contenido de humedad en la etapa vegetativa de avena.

Cuadro 2. Contenidos de humedad, rendimientos y Materia seca promedios de los tratamientos ensayados para avena

Tratamiento	HAC <sub>1</sub> (%)	HAC <sub>2</sub> (%)	LC <sub>1</sub> (cm)	LC <sub>2</sub> (cm)	FV (t ha <sup>-1</sup> )
40-40	38	39	25.43	33.74	110.0
40-80	38	78	25.43	20.34	85.0
60-60	59	60	23.50	25.69	91.2
60-100	59	96	23.50	10.73	62.5
80-40	78	39	17.39	33.74	82.5
80-80	78	78	17.39	20.15	80.0
100-60	95	62	15.10	26.40	72.5

HAC<sub>1</sub> y HAC<sub>2</sub> = Humedad aprovechable consumida en las dos etapas de avena; LC<sub>1</sub> y LC<sub>2</sub> = Lámina consumida en las dos etapas estudiadas; FV= Rendimiento de forraje verde; MS= Materia seca.

Comportamiento del rendimiento de forraje verde FV de la avena en los diferentes tratamientos. Se muestra el comportamiento del rendimiento de FV (t ha<sup>-1</sup>) de la avena, como respuesta a las condiciones diferentes de humedad del suelo en cada tratamiento ensayado en el campo. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $\alpha = 0.01$ ). La combinación del 40-40 tuvo un rendimiento de FV promedio más alto, de 110 t ha<sup>-1</sup>. Este valor de producción, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey (Figura 1), resultó estadísticamente más alto que el resto de los tratamientos ensayados ( $\alpha = 0.05$ ) y se obtuvo al aplicar el riego al consumir la avena el 38 y el 39% de la humedad aprovechable del suelo, esto es, aplicar el riego bajo condiciones de humedad no restrictivas durante las dos etapas bajo estudio. Por otro lado, los rendimientos más bajos se obtuvieron en los tratamientos 60-100 y 100-60, que alcanzaron un rendimiento promedio de 62.5 y 72.5 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, y tuvieron en común crecer bajo condiciones de estrés hídrico cercanas al punto de marchitez permanente en alguna de sus etapas estudiadas. (Figura 1). De acuerdo al análisis de Tukey de comparación de medias mostrado en la referida Figura 1, estos tratamientos resultaron ser estadísticamente inferiores en rendimiento de FV con respecto al resto de los tratamientos, pero iguales entre sí. El análisis anterior permite concluir que los resultados muestran una respuesta lineal del rendimiento de FV de la avena por condiciones de diferentes regímenes de humedad del suelo al momento del riego. Es decir, un efecto positivo

sobre el rendimiento, a la mayor humedad del suelo contenida en el suelo, dentro del rango explorado.

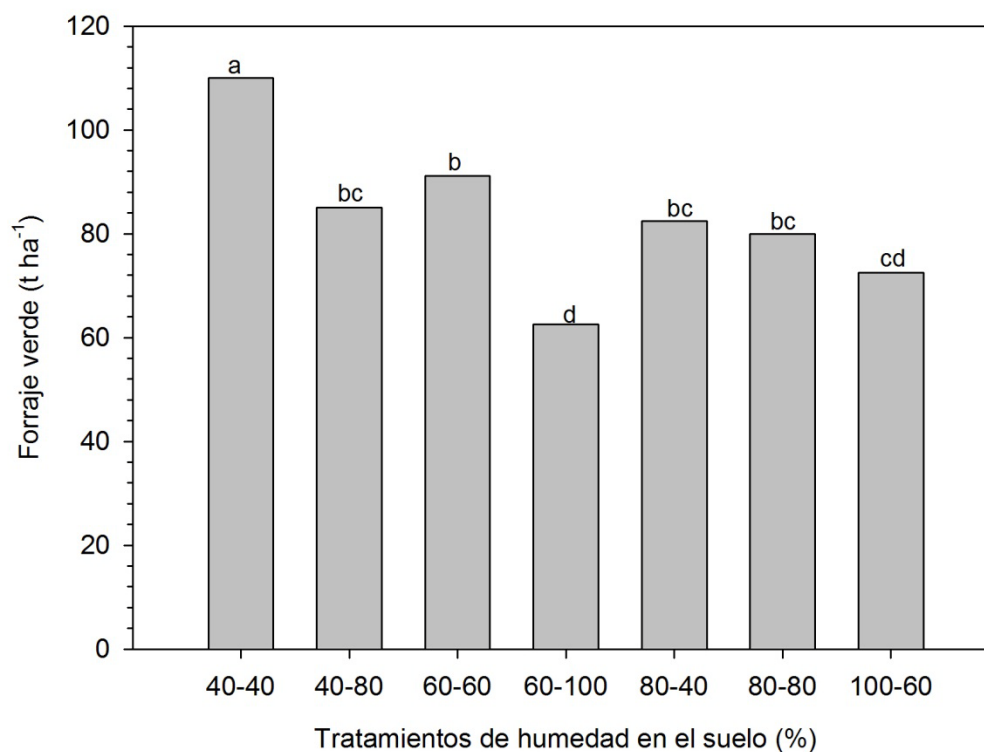


Figura 1. Rendimientos de forraje verde de avena de los tratamientos ensayados en el campo

### CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos como respuesta a los diferentes contenidos de humedad del suelo, la avena presentó una tendencia lineal al incremento de humedad en el suelo y a su consumo de agua. La mayor producción de forraje verde de 110 t ha<sup>-1</sup> se manifestó en el tratamiento con menor restricción de humedad en el suelo de 38 % HAC en la etapa vegetativa y de 39% HAC en la segunda etapa (reproductiva).

El cultivo de la avena alcanzó su mayor producción de forraje verde al consumir 25.43 y 33.74 cm de agua durante la etapa vegetativa y reproductiva, respectivamente.

### BIBLIOGRAFIA

- Abraha, M. G. and M. J. Savage. 2008. The soil water balance of rainfed and irrigated oats, Italian rye grass and rye using the CropSyst model. *Irrig Sci.* 26:203–212.
- Espinoza, A. J., H. Salinas G., I. Orona C., y M. Palomo R. 2009. Planeación de la investigación del INIFAP en la comarca lagunera en base a la situación de mercado de los principales productos agrícolas de la región. *Revista Mexicana de Agronegocios*. Cuarta Época. Año XIII. Vol. 24.758-773.

- Espitia, R. E., H. E. Villaseñor, R. Tovar G., M. de la O y A. Limón O. 2012. Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(4): 771-783.
- Flores M., J., G. Sapién M., B. Corral D., U. Figueroa V. 2008. Calidad nutricional de avena forrajera en suelos tratados con biosólidos y agua residual en el Valle de Juárez, Chihuahua. *Ciencia en la Frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*, Vol. VI:107-117.
- García, M. E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana). 4aed. Talleres Offset Larios. México, D. F. 220 p.
- Reta, D. G. S., U. Figueroa V., R. Faz C., G. Núñez H., A. Gaytán M., J. Santos S. C. y J. A. Payán G. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 33 (Núm. Especial 4): 83 – 87.

## **PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE TOMATE, *Lycopersicon esculentum*, BAJO CONDICIONES DE MALLA-SOMBRA**

**David Ovalle Rios<sup>1</sup>, Karla Estela Novella De La Torre<sup>2</sup>, Homero Sánchez Galván<sup>3</sup> y Urbano Nava Camberos<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango, Ej. Venecia, Durango [ujeddor21@hotmail.com](mailto:ujeddor21@hotmail.com), <sup>2</sup>Fundación Jimulco A. C., <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Biológicas - Universidad Juárez del Estado de Durango.

### **INTRODUCCIÓN**

El cuidado de los recursos naturales es más que el simple mantenimiento de los espacios naturales, es lograr transformar el pensamiento de las personas con la finalidad de que aprovechen de manera sustentable el medio ambiente que los rodea para así asegurar que las presentes y futuras generaciones puedan aprovechar los recursos ecosistémicos y puedan vivir mejor. Uno de los giros de los proyectos productivos que realizan las comunidades o grupos organizados en las Áreas Naturales Protegidas es la agricultura convencional, en la cual se utilizan productos químicos en alguna fase de la producción, por eso es importante tratar de que en estas áreas se adopte de manera gradual los procesos de la agricultura orgánica de tal manera que se impulse el desarrollo y crecimiento de las comunidades asentadas ahí. Encaminados en esto del cuidado del medio ambiente la agricultura orgánica es hoy en día una oportunidad de desarrollo para los pequeños productores, muestra de ello es que 80% de los alimentos de este tipo que se producen en México provienen de las zonas indígenas (Bioagricultura, 2011). Es importante mencionar que los productos producidos pasaran por un proceso de conversión para acceder en mediano plazo a la certificación orgánica de acuerdo a la Ley de Productos Orgánicos, 2006 y su Reglamento Interno, 2010. La agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos, tales como composta, fermento, lombricomposta, entre otros, el suelo, sino conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la cabeza de cada uno, el querer creer y cambiar (García *et al.*, 2010). El uso de invernaderos ó casas sombra constituye una alternativa de producción y una oportunidad de comercialización de los productos cultivados bajo estos sistemas ya que, aparte de ofrecer protección contra las condiciones desfavorables del clima a los cultivos le dan una mejor calidad y mayores rendimientos a la producción. La agricultura protegida, por tanto, es una de las actividades que dentro del sector primario tiene un auge muy importante, llegando a ser detonante en la economía de los países y en la economía de aquellos que están inmersos en dicha actividad. Asimismo los sistemas modernos de agricultura tienen una importancia ecológica de suma importancia ya que permiten un uso racional del

agua y, por la protección que ofrecen, reducen en gran medida la utilización de plaguicidas tóxicos que dañan el ambiente, los mantos acuíferos y la salud humana (Garza y Velázquez, 2008). La práctica de métodos orgánicos de producción no genera problemas ecológicos, sino que los resuelve, no daña ni contamina y rescata y promueve la biodiversidad (CONANP, 2009). El objetivo del presente estudio fue promover la producción sostenible de tomate en casa-sombra por medio del uso de abonos orgánicos (lombricomposta, lixiviado de lombricomposta, etc.) en el ejido Barreal de Guadalupe, pretendiendo que la cosecha complemente la canasta básica y además de comercializar la producción excedente de dicho cultivo, para de esta manera mejorar la economía de las familias integrantes de este grupo de trabajo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se llevó a cabo en el Ejido Barreal de Guadalupe, situado en la Reserva Ecológica Municipal, Sierra y Cañón de Jimulco y pertenece al Municipio de Torreón, Coah. Se estableció en una Malla-sombra de 250 m<sup>2</sup> con estructura metálica y cubierta totalmente con malla antiáfidos de 10 X 16 hilos por cm<sup>2</sup>. El cultivo se estableció directamente sobre suelo, cuyo análisis realizado en el Laboratorio Agropecuario Regional de la Comarca Lagunera, dependiente de la Sociedad Cooperativa Agropecuaria de la Comarca Lagunera, indicó que es un suelo Migajón-Arenoso (61.0% arena y 34.00% de limo), calcáreo (29.7%) y fuertemente salino (22.59 meq l<sup>-1</sup>) y una Conductividad eléctrica de 8.28 (mS cm<sup>-1</sup>). La estructura edáfica y calidad agronómica del suelo fue mejorada mediante la incorporación de 300 kilogramos de arena, misma que fue lavada y desinfectada previamente con una solución de Hipoclorito de sodio al 2.0%, la cual fue mezclada con 300 kilogramos de lombricomposta. Así mismo, el agua de riego utilizada, de acuerdo al análisis del laboratorio indicado, está considerada como agua medianamente salina (1.6 mS cm<sup>-1</sup>), con poca posibilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. El cultivo se estableció en seis camas y una distancia de 1.6 m entre camas. Los genotipos utilizados fueron Kenton, Moctezuma y top 1182. La plantación se realizó a una distancia de 20 cm entre plantas a hilera sencilla y una densidad de 31,000 plantas por hectárea. El sistema de riego fue por goteo y de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo se irrigaron desde 0.6 a 2.0 m<sup>3</sup> de agua por día. Al agua de riego se le agregó lixiviado de lombricomposta, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos derivados de leonardita. Las plantas fueron guiadas a un solo tallo y sostenidos con hilo rafia, implementando las actividades culturales recomendadas de desbrote, enrede y deshoje. Las variables medidas fueron rendimiento y calidad (número de frutos y peso de fruto). El ciclo de cultivo fue de 105 días. Los problemas fitosanitarios que se presentaron fueron los siguientes: enfermedades cenicilla, *Leveillula*

---



*taurica*, *alternaria*, *Alternaria solani* y cáncer bacteriano, *Clavibacter michiganensis*; y las plagas mosquita blanca, *Bemisia* spp., pulgón, *Myzus persicae*, paratriosa, *Bactericera* (= *Paratriosa coquereli*) y trips, *Trips* spp.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Rendimiento y calidad de tomate.** Se realizaron cuatro cortes de tomate, durante el periodo de 28 de mayo de 2014 al 4 de julio de 2014. La cantidad de kilos cosechados por cada corte se presentan en el Cuadro 1. El rendimiento estimado fue de 16.6 toneladas por ha, lo cual se considera bajo tomando en cuenta la condición altamente salina del suelo, aun considerando los aportes de la lombricomposta, el lixiviado, y los ácidos húmicos y fúlvicos utilizados (Cuadro 2), los cuales no son aprovechados al 100% durante el primer ciclo de cultivo. Así mismo, es importante considerar que durante el desarrollo del cultivo se presentaron varios imponderables como atraso en los riegos programados y en el manejo cultural (guía, enrede, deshoje), situación que ocasionó abortos de flores y frutos, así como poca uniformidad en el desarrollo del cultivo y fructificaciones lo que se vio reflejado en la baja producción y calidad de la cosecha, considerando que los pesos obtenidos por fruto corresponden a tamaños y calidades “Small” (chicos) (Figura 1).

Cuadro 1. Fechas de corte y producción obtenida en el cultivo de tomate orgánico, bajo condiciones de malla-sombra.

Corte	Rendimiento (Kg por 200 m <sup>2</sup> )	Rendimiento (Kg por ha)
Primero	68	3,400
Segundo	72	3,600
Tercero	100	5,000
Cuarto	93	4,650
Total	333	16,650

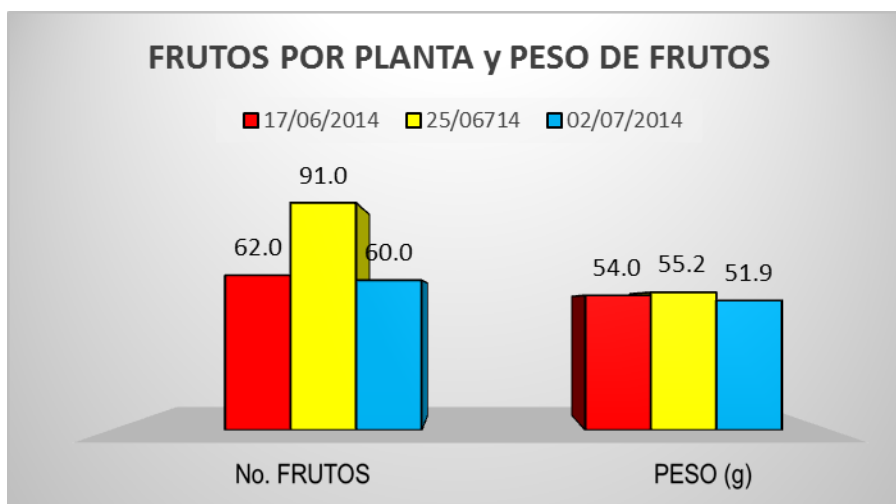


Figura 1. Número y peso de frutos observados en los tres cortes evaluados durante el ciclo decultivo de tomate, bajo condiciones de malla-sombra.

**Incidencia de plagas y enfermedades y su manejo.** Uno de los factores limitantes de la productividad el tomate fue la aparición de problemas fitosanitarios, tales como las plagas (Figura 2) y enfermedades (Figura 3), que aunque no incidieron severamente en la calidad de los frutos, considerando que estos se presentaron al final del ciclo del cultivo, si fue necesario realizar acciones para su control. Los plaguicidas orgánicos utilizados para el manejo de los problemas fitosanitarios se indican en el Cuadro 3.

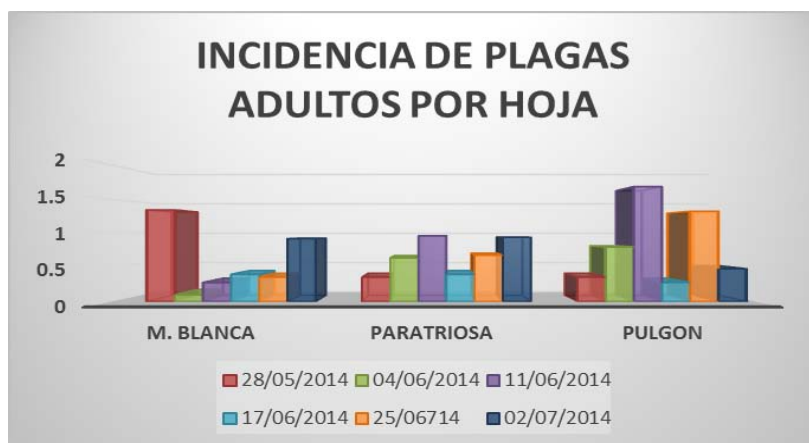


Figura 2. Comportamiento de las plagas que se presentaron durante el ciclo de cultivo de tomate, bajo condiciones de malla-sombra.

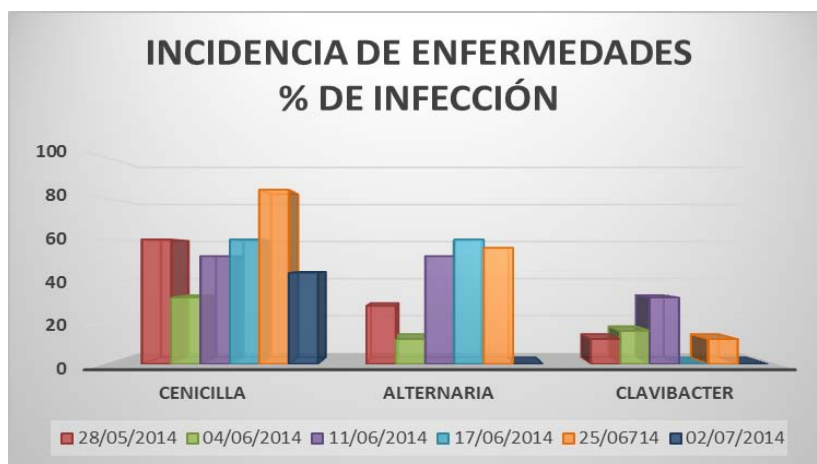


Figura 3. Incidencia de enfermedades durante el ciclo de cultivo de tomate, bajo condiciones de malla-sombra.

Cuadro 2. Fertilizantes orgánicos utilizados durante el desarrollo vegetativo y fructífero en el cultivo de tomate, bajo condiciones de malla-sombra.

Fertilizante orgánico	Origen
Lombricomposta	Estiércol de vaca
Lixiviado de lombricomposta	Estiércol de vaca
Ácidos Húmicos	Derivados de Leonardita
Ácidos fúlvicos	Derivados de Leonardita

Cuadro 3. Productos insecticidas y fungicidas de origen orgánico, utilizados para la prevención y control de los problemas fitosanitarios observados durante el desarrollo vegetativo y fructífero en el cultivo de tomate, bajo condiciones de malla-sombra.

Producto orgánico	Ingrediente activo
Insecticidas:	
Cinna -Mix	Aceites esenciales extraídos de plantas tropicales
Bio Crak	Extracto acuoso de ajo
Killwallc	Extracto de crisantemo y piretro
Blindax	Extractos vegetales de plantas resistentes
Q-L Agry	Extracto de <i>Quillay</i>
Kumulus	Azufre elemental
Fungicidas:	
Serenade Max	<i>Bacillus subtilis</i>
Regalía Max	Extracto de <i>Reynoutria</i> spp
Sonata	<i>Bacillus pumilus</i>
Sedric 4X	Extracto de <i>Yucca schidigera</i>

### CONCLUSIONES

1. Con el acondicionamiento del suelo se logró algo que al principio parecía muy difícil, que la planta lograra desarrollar y producir tomates, considerando las condiciones de alta salinidad del suelo.
2. Que aún con las deficiencias en manejo del riego y manejo del cultivo se ha logrado obtener producción de tomates, aunque no con la calidad esperada.
3. Definitivamente se pueden lograr las metas de producción, realizando todas y cada una de las actividades implícitas en el proceso productivo del tomate o cualquier otra hortaliza, en tiempo y forma.
4. Continuar con el proceso de mejoramiento del suelo, aportando más arena y lombricomposta.

5. Dar continuidad a la producción orgánica de tomate, y en un mediano plazo estar realizando los trámites necesarios para lograr una certificación de “producción orgánica de tomate” y o cualquier otra hortaliza como pepino, pimiento, etc.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bioagricultura, 2011. La agricultura Orgánica en México produce 400 millones de dólares al año. Sitio web:<https://bioagricultura.wordpress.com/2011/06/06/la-agricultura-organica-en-mexico-produce-400-millones-de-dolares-al-ano/>. Visitado 7 de julio de 2014.
- Garza Arizpe, M. y M.M. Velásquez. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en el suelo en el Estado de Nuevo León. p. 183.
- García, J.L.; A.; Salazar, E.; Orona, I.; Fortis, M.; Trejo, H.I.,(Eds). 2010. *Agricultura Orgánica Tercera parte*. Capitulo I, Agricultura Orgánica: El Caso de México. CONACYT. pp 1-28
- SAGARPA-Ley de Productos Orgánicos. Diario Oficial de la Federación 7 de febrero 2006
- SAGARPA-Reglamento de la Ley de Productos Orgánicos. Diario Oficial de la Federación 1° abril 2010.
- SEMARNAT- Consejo Nacional de Áreas Nacionales Protegidas (CONANP). *Manual para la producción Orgánica de Áreas Protegidas*. Sitio web: <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>

## RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE OBTENIDO CON LA ASOCIACIÓN DE ESPECIES VEGETALES ADAPTADAS EN DURANGO

Luz Maria Salazar Sánchez<sup>1\*</sup>, Rigoberto Rosales Serna<sup>1</sup>, Rafael Jiménez Ocampo<sup>1</sup>, Pablo Alfredo Domínguez Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, México. C. P. 34170. Tel. 618-8260426, ext. 208. \*salazar.luz@inifap.gob.mx.

### INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los principales cultivos forrajeros en Durango debido a su adaptación, productividad y diversidad de usos. El forraje de maíz puede utilizarse verde, ensilado, henificado y molido. En 2012, se establecieron en Durango 78,661 ha con maíz forrajero y se obtuvo un rendimiento promedio de 30 t/ha (SIAP, 2014). Se ha demostrado que el maíz posee un alto potencial forrajero por su rendimiento, alta digestibilidad de la materia seca, contenido alto de carbohidratos solubles, bajo contenido de fibra y además muestra el nivel energético más elevado entre los forrajes ensilados (Oramas y Vivas, 2007). A pesar de su productividad, el forraje de maíz tiene proporciones reducidas de algunos compuestos nutricionales, como es el caso de proteína (Shanti *et al.*, 2012). Para complementar el contenido de proteína en el forraje ensilado de maíz se han propuesto diferentes opciones, como es la mezcla de este producto con biomasa de especies vegetales ricas en diferentes aminoácidos (Díaz *et al.*, 2011).

El girasol (*Helianthus annuus*) es otra especie vegetal con alta productividad de biomasa en Durango y puede alcanzar rendimiento de forraje verde de hasta 86 t/ha (Núñez *et al.*, 2011). Esta especie además tiene alta proporción de proteína y ácido linoleico, el cual puede utilizarse para el enriquecimiento de leche y carne con ácido linoleico conjugado (ALC). Este compuesto se genera en el rumen de los bovinos y se transfiere al músculo y productos lácteos, lo que incrementa su calidad nutritiva y nutracéutica. Este tipo de productos ricos en ALC está adquiriendo importancia en la alimentación y salud humana. Se ha demostrado que el frijol (*Phaseolus vulgaris*) puede producir forraje con alto contenido de proteína (Núñez *et al.*, 2011), aunque la calidad de ensilado de esta especie es muy baja (Díaz *et al.*, 2011). Por ello, es recomendable utilizar únicamente una proporción de 25 % de forraje de frijol en el enriquecimiento de ensilados de maíz y con ello mantener la calidad de este alimento para el ganado.

El sorgo dulce (*Sorghum bicolor*) es una especie con alta proporción de carbohidratos solubles y su combinación con forraje ensilado de maíz incrementa la cantidad de energía disponible en este producto alimenticio. Se considera que el gasto alimenticio en los sistemas pecuarios

representa entre un 60 y 70% de los costos de producción y por ello, es importante reducir estas cifras y aumentar la rentabilidad de la producción bovina (Galindo *et al.*, 2013). Lo anterior, es posible mediante la obtención de raciones alimenticias con un balance adecuado de nutrientes, que se elaboren con forraje y grano producidos localmente. La mezcla de especies forrajeras puede obtenerse de manera práctica mediante cultivos asociados y esto puede fortalecer la calidad nutricional del forraje ensilado de maíz. El objetivo fue evaluar el rendimiento y calidad del forraje obtenido con la asociación de especies vegetales adaptadas en Durango.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembró maíz y tres asociaciones de especies para evaluar su uso en la elaboración de forraje ensilado de alta calidad para alimentar ganado bovino de engorda. Los tratamientos evaluados fueron: maíz H 311 (Testigo) y la asociación de éste con girasol (cv. M 91), frijol (cv. Río Grande) y sorgo (cv. TOM 3). La siembra se realizó el 4 de junio de 2013 en Durango, Dgo. Se utilizaron franjas apareadas de 24 surcos de 50 m de longitud y una separación de 0.81 m entre surcos.

Se aplicó un riego de pre siembra y uno de auxilio, para complementar la precipitación ocurrida durante el ciclo (507 mm) y cumplir el requerimiento hídrico de los cultivos. Se fertilizó con la dosis 110-46-00 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) aplicada en dos partes: al momento de la siembra (60-46-00) y en la primera escarda (50-00-00). Se aplicaron dos escardas y un deshierbe manual para el control de la maleza. Cuando el maíz alcanzó la etapa de la mitad de la línea de leche, en los granos de la parte media del elote (111 DDS), se evaluó el rendimiento de forraje verde. En la franja de cada combinación de especies se tomaron cinco muestras de dos surcos de 5 m y se pesó en el campo el forraje, con la ayuda de una balanza digital con una precisión de 0.1 g.

En el laboratorio se realizó, por duplicado, el análisis químico proximal (AOAC, 1990) y el estudio de fibras (Goering y van Soest, 1970). Para la determinación de la digestibilidad *in vitro* se utilizó el protocolo propuesto por el fabricante de la incubadora Daisy<sup>II</sup>® (Ankom Technology, Macedon, N. Y. USA). El análisis de la varianza se obtuvo en un diseño completamente aleatorio con cuatro tratamientos y cinco repeticiones para el rendimiento de forraje verde, dos para el análisis químico proximal y estudio de fibras y cuatro para el estudio de digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Cuando se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos para la producción de forraje verde (Cuadro 1). El valor más alto para la producción de forraje verde se registró en el testigo maíz H 311 con  $172.3 \text{ t ha}^{-1}$ , el cual resultó estadísticamente igual al obtenido en la combinación de maíz con sorgo dulce ( $156.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) y la de maíz con frijol ( $145.6 \text{ t ha}^{-1}$ ). La combinación maíz-girasol fue significativamente inferior al resto de los tratamientos evaluados ( $119.5 \text{ t ha}^{-1}$ ), debido a la falta de sincronía entre especies. El girasol casi había alcanzado la madurez fisiológica al momento en el que el maíz estuvo listo para la cosecha, lo cual afectó el rendimiento de forraje verde. Con base en lo anterior, es recomendable utilizar una variedad más tardía de girasol y que ésta presente la etapa de llenado de grano cuando el forraje de maíz esté listo para el corte.

La proporción de plantas maíz-otras especies fue aceptable (cerca a 35 %) en el caso de girasol y sorgo dulce, mientras que en frijol resultó inferior a la cantidad recomendada para mejorar la calidad del forraje ensilado de maíz (25 %). Es necesario establecer un método de siembra que asegure las proporciones sugeridas con base en peso, más que establecerlo con el número de plantas. La digestibilidad del forraje fue estadísticamente igual, por lo que puede decirse que las mezclas mantuvieron sin cambio esta variable en el forraje ensilado de maíz.

Cuadro 1. Rendimiento de forraje verde y otras variables evaluadas en muestras de tres asociaciones vegetales.

TRATAMIENTO	<sup>1</sup> Forraje Verde ( $\text{t ha}^{-1}$ )	Relación maíz: otra especie	<sup>*2</sup> DIVMS (%)
Maíz + Girasol	$119.5^b$	64:36	88.6
Maíz + Frijol	$145.6^{ab}$	79:21	89.6
Maíz + Sorgo Dulce	$156.5^a$	66:34	91.2
Maíz	$172.3^a$	100:00	89.3

\*DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la materia seca; <sup>a-b</sup> Medias con literal diferente en cada columna son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). Las medias de cada tratamiento son el promedio de cinco (<sup>1</sup>) y cuatro (<sup>2</sup>) repeticiones por tratamiento.

El análisis químico proximal del forraje de maíz y las tres asociaciones de especies vegetales mostraron valores estadísticamente iguales para el caso de ceniza, grasa y extracto libre de nitrógeno (carbohidratos solubles). La proteína del forraje obtenido en el testigo (21.3 %) y la combinación maíz-frijol (21.0%) resultaron estadísticamente iguales. Aunque ambas superaron al resto de combinaciones, es posible que exista un error de muestreo en el testigo, ya que por

lo general el forraje ensilado de maíz alcanza un contenido de proteína promedio de 7.4 % (Shanti *et al.*, 2012).

Cuadro 2. Análisis químico proximal de tres asociaciones de especies vegetales.

	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	ELN (%)
Maíz-Sorgo	8.7	18.4 <sup>b</sup>	4.0	68.9
Maíz-Girasol	8.8	16.9 <sup>c</sup>	4.0	70.3
Maíz-Frijol	8.1	21.0 <sup>a</sup>	2.8	68.1
Maíz	8.2	21.3 <sup>a</sup>	1.8	68.7

<sup>a-c</sup> Medias con literal diferente en cada columna son estadísticamente diferentes ( $\neq 0.05$ ). Las medias de cada tratamiento son el promedio de dos repeticiones por tratamiento.

La combinación maíz-girasol presentó la mayor cantidad de fibra en detergente neutro (55.8 %), fibra en detergente ácido (31.5 %) y celulosa (26.8 %). Lo anterior, reduce la preferencia y calidad nutricional del forraje obtenido con esta combinación. El contenido de lignina fue similar en todas las mezclas forrajeras con valores que fluctuaron entre 4.7 y 6.9 %. Se observó que a pesar de que el testigo (51.7 %) y la mezcla maíz-frijol (50.6 %) presentaron niveles altos de fibra en detergente neutro, registraron también alta proporción de hemicelulosa y bajo contenido de celulosa. Este atributo ayuda a corroborar la calidad forrajera del maíz ensilado, lo cual se mantiene mediante la combinación con forraje de frijol. Esta última combinación incrementa también las posibilidades de obtener una proporción mayor de proteína, lo cual reduce la necesidad de suplementar al ganado y se reducen los costos de producción.

Cuadro 3. Contenido de fibra detergente neutro y ácido, lignina, hemicelulosa y celulosa en tres asociaciones de especies vegetales.

	<sup>1</sup> FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	Hemicelulosa (%)	Celulosa (%)
Maíz-Sorgo	45.9 <sup>b</sup>	27.9 <sup>ab</sup>	6.9	18.0 <sup>c</sup>	21.04 <sup>b</sup>
Maíz-Girasol	55.8 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	4.7	24.3 <sup>b</sup>	26.8 <sup>a</sup>
Maíz-Frijol	50.6 <sup>ab</sup>	18.7 <sup>b</sup>	5.0	31.9 <sup>a</sup>	13.7 <sup>c</sup>
Maíz	51.7 <sup>ab</sup>	20.6 <sup>b</sup>	6.2	31.1 <sup>a</sup>	14.4 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>FDN= fibra en detergente neutro, FDA= fibra en detergente ácido; <sup>a-c</sup> Medias con literal diferente en cada columna son estadísticamente diferentes ( $\neq 0.05$ ). Las medias de cada tratamiento son el promedio de dos repeticiones por tratamiento.

## CONCLUSIONES

Existen combinaciones entre especies vegetales que pueden alcanzar un rendimiento de forraje similar al maíz. Los beneficios adicionales serían el mejoramiento de la calidad proteica (frijol) y



nutricional (girasol= ácido linoléico; sorgo= azúcares y energía) del forraje. La combinación maíz-girasol requiere variedades con mejor sincronía para el llenado del grano y punto óptimo para la cosecha del forraje apto para la elaboración de ensilados.

### BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> ed. American Organization. Arlington, VA. USA. 730 p.
- Díaz B., D. Y.; E. Delgado L.; F. O. Carrete C.; R. Rosales S.; H. Medrano R.; A. Solís S. 2011. Evaluación nutricional de un ensilado a base de piensos de frijol y maíz para la alimentación de ganado bovino de engorda. Memorias del 2do. Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y XXI Reunión Nacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Chihuahua, Méx. 4 p.
- Galindo V., C. F.; R. Jiménez O.; J. N. Rubio V.; R. Rosales S.; O. Limones B.; B. Sánchez T. 2013. Avances de investigación: efecto de la alimentación de ganado bovino con pasta de higuera en Durango, México. Memorias del XXXVIII Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, México. pp. 523-528.
- Goering, H. K.; P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agriculture Handbook # 379, U.S.D.A. U.S. Government Printing Office, Washington, D. C. 20 p.
- Núñez M., O. G.; R. Rosales S.; C. A. Nava B.; R. Jiménez O. 2011. Validación de las propiedades forrajeras de nueve especies cultivadas en Durango, México. Memorias del 2do. Congreso Internacional de Manejo de Pastizales y XXI Reunión Nacional Sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. Chihuahua, Méx. 4 p.
- Oramas W., C.; N. J. Vivas Q. 2007. Evaluación de dos híbridos y una variedad de maíz (*Zea mays*) en monocultivo y en asociación con frijol (*Phaseolus vulgaris*), para ensilaje. Facultad de Ciencias Agropecuarias 5(1): 28-35.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SAGARPA). 2014. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado en línea, agosto de 2014.
- [Shanti, M.; D. Nagalakshmi; R. Balajinaik; V. Chandrika; Ch. Chiranjeevi. 2012. Study on forage quality of various maize cultivars produced under different use patterns. Forage Res. 37\(4\): 234-237.](#)

---

---

## RENDIMIENTO DE GRANO, ENROLLAMIENTO Y FOGUEO DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE RIEGO RESTRINGIDO

**Antuna Grijalva Oralia\***, Espinoza Banda Armando, Ceniceros Chávez César, Coyac Rodríguez José Luis, Lozano García José Jaime, Zapata Ramos Olga Araceli, Hernández Cruz Daniel Arnulfo, Gómez Fuentes Leocadio, Zapata Adame Sergio Alejandro y Murrieta Toledano Jonathan

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Km. 02. Periférico Raúl López Sánchez, C.P. 27059, Torreón, Coah., Teléfono (01) 871 7 29 76 75.

\*Autor para correspondencia: [antuna\\_77@hotmail.com](mailto:antuna_77@hotmail.com)

### INTRODUCCION

Una meta común de los programas de mejoramiento de maíz tropical es la estabilización de los rendimientos frente a un abastecimiento de agua incierto. En las condiciones de secano el abastecimiento de agua puede limitar el crecimiento del maíz en cualquier momento de la estación, pero las características necesarias para mejorar los rendimientos en condiciones de sequía pueden ser bastante diversas según la etapa de crecimiento del cultivo en que ocurre el estrés hídrico.

Los cultivares que son tolerantes a la sequía pasan por un período de baja disponibilidad de agua en el suelo, evitando o resistiendo la desecación. Este tipo de tolerancia a la sequía es necesaria para mantener la productividad cuando la sequía aparece inesperadamente durante el ciclo del cultivo o cuando los agricultores prefieren cultivares de larga duración en áreas donde las lluvias pueden ser ocasionalmente tempranas. Las especies o los cultivares evitan la desecación ya sea porque conservan la humedad o porque explotan mejor la reserva de agua del suelo, de modo tal que los tejidos de las plantas no sufren del bajo potencial de humedad. El agua de la planta se conserva porque las hojas se enrollan y los estomas se cierran cuando la humedad relativa es baja y por la presencia de una espesa capa de cera epicuticular (Ludlow y Muchow, 1990). Los cultivares que usan la mayor parte del agua presente en el suelo van a una mayor profundidad o tienen un mayor volumen de raíces. Esta estrategia, similar a la precocidad, puede limitar la productividad. La formación de cera epicuticular o una gran masa de raíces requiere una inversión de carbohidratos que se sustrae a la formación de depósitos, y el cierre de los estomas o el enrollado de las hojas restringen la fotosíntesis. Además, muchas de estas características parecen ser constitutivas, de modo que su costo se distribuye entre los años de sequía cuando son una ventaja, o en los años de buenas lluvias cuando no son de ningún valor para el cultivo.

Los cultivares que son tolerantes a la desecación pierden poca agua de sus tejidos y sus rendimientos son menos afectados que los de los cultivares susceptibles. Hay varias

características que parecen ser importantes para dar tolerancia a la desecación en el maíz, pero dependiendo del momento en que ocurre la sequía. En el caso de un estrés temprano es importante el ajuste osmótico (Chimenti, Cantagallo y Guevara, 1997); si el estrés ocurre en la época de la floración, la forma de distribución de los carbohidratos es importante. Los efectos de la sequía durante el secado del grano pueden ser atenuados por una demora en la senescencia y la movilización de las reservas de carbohidratos del tallo.

El propósito de este trabajo fue evaluar los criterios de enrollamiento, fogueo y senescencia y su efecto en el rendimiento de grano de 342 genotipos de maíz, para seleccionar los mejores materiales para resistencia a sequía en maíz.

### MATERIALES Y METODOS

El material genético consistió en 342 mestizos de maíz que fueron proporcionados por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se incluyeron cuatro híbridos de maíz de origen comercial como testigos. El experimento se condujo bajo un diseño experimental aumentado sin repeticiones. La parcela útil consistió en un surco de 5 m de longitud, a una distancia de 0.75 m entre surcos y 0.25 m entre plantas. La evaluación se realizó en condiciones de riego restringido, durante el ciclo primavera de 2013 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicada entre los paralelos 25° 32' de LN y los 103° 27' LW, con una altitud de 1200 msnm, temperatura media anual de 21°C y precipitación media anual de 220 msnm.

El riego se aplicó por cintilla, se colocaron 27 tubos de fibra de vidrio para medir el contenido de humedad, en etapas de floración los genotipos se sometieron a estrés hídrico.

En cada una de las unidades experimentales se evaluaron las variables:

1) Enrollamiento foliar: Esta variable fue medida durante la primera, segunda y cuarta semana después de floración, y fue estimado por una escala de 1-5 la cual se describe en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Escala de enrollamiento foliar

Escala	Descripción
1	Sin enrollamiento; hoja turgente
2	Orillas de la hoja con enrollamiento
3	Hoja en forma de V
4	Cubrimiento parcial de la lámina foliar
5	Enrollamiento total de la hoja

2) Fogueo: Durante la primera, segunda y cuarta semana después de floración, se estimó contando el número de plantas con espiga dañada, dividiendo entre el número total de plantas

de la parcela útil y se expresó en porcentaje.

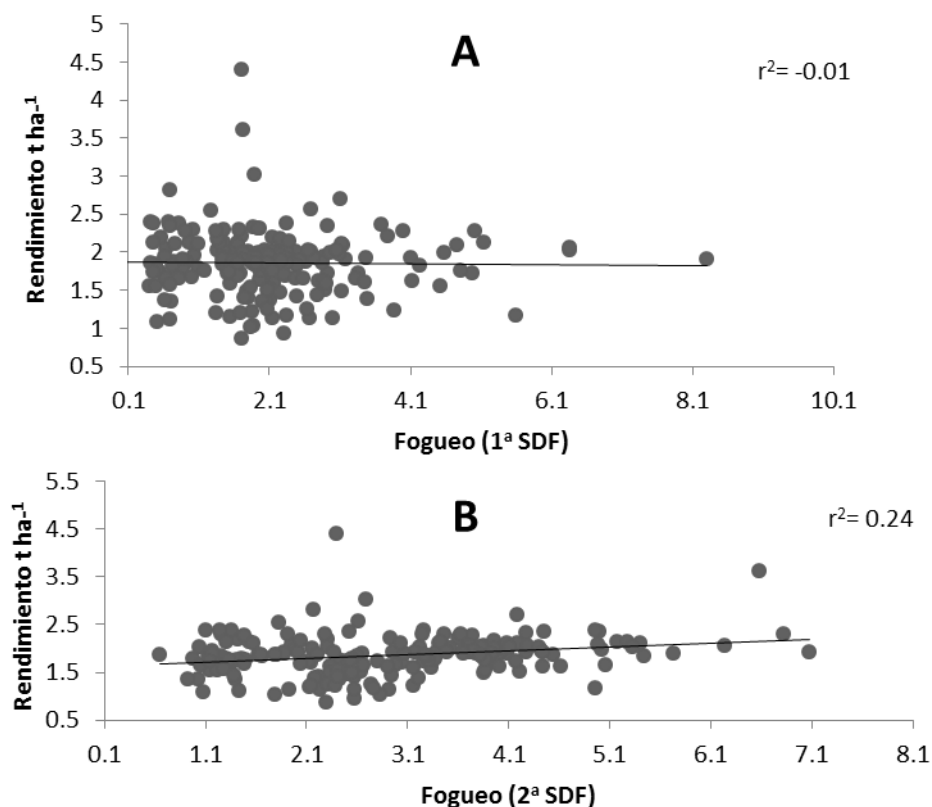
3) Rendimiento de grano: Esta variable se estimó en base al peso de cada muestra de surco y se expresó en toneladas por hectárea.

Los datos de la investigación fueron analizados y ajustados mediante el paquete estadístico R (The R Project for Statistical Computing).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Relación del rendimiento de grano y fogueo.

Se encontraron genotipos con un gran número de plantas afectada por las altas temperaturas, generando un efecto negativo en el rendimiento (Figura 1). Esto es consecuencia de la desecación de estigmas y/o de los granos de polen y la reducción de la tasa y/o duración del período de llenado de grano, que afectan el número y peso individual de los mismos (Bassetti y Westgate, 1993).



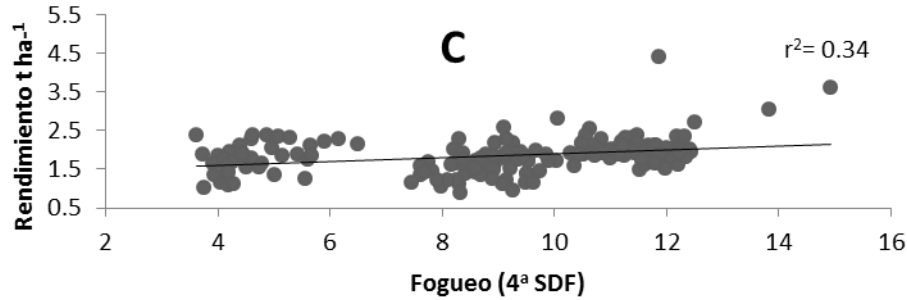
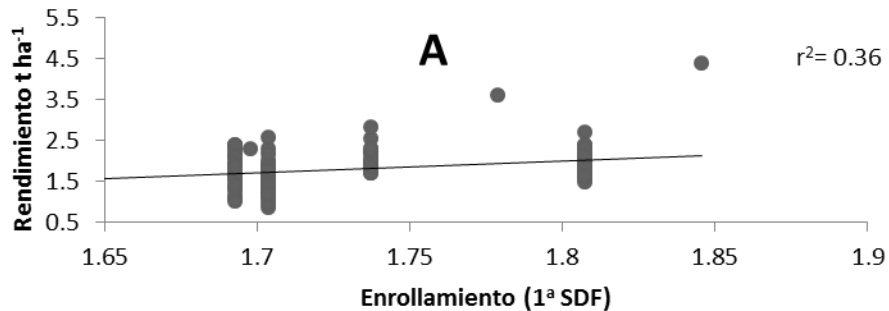


Figura 1. Relación entre el rendimiento de grano y fogeo evaluado en la primera, segunda y cuarta semana después de floración (SDF) en condiciones de riego restringido. UAAAN-UL 2013.

Relación del rendimiento y enrollamiento foliar.

En la Figura 2 se pueden observar genotipos con altos valores de enrollamiento y un bajo rendimiento, una de las respuestas de los genotipos al estrés hídrico es el enrollamiento foliar ocasionando efectos negativos en el proceso de fotosíntesis, aumentando la probabilidad de un bajo rendimiento. El estrés hídrico y el estrés por altas temperaturas causan disminuciones en la producción, y han sido asociados con la reducción en el crecimiento de la raíz, potencial hídrico, termo-estabilidad de la membrana celular, tasa fotosintética, eficiencia fotosintética y acumulación de carbohidratos (Jiangy Huang, 2000).



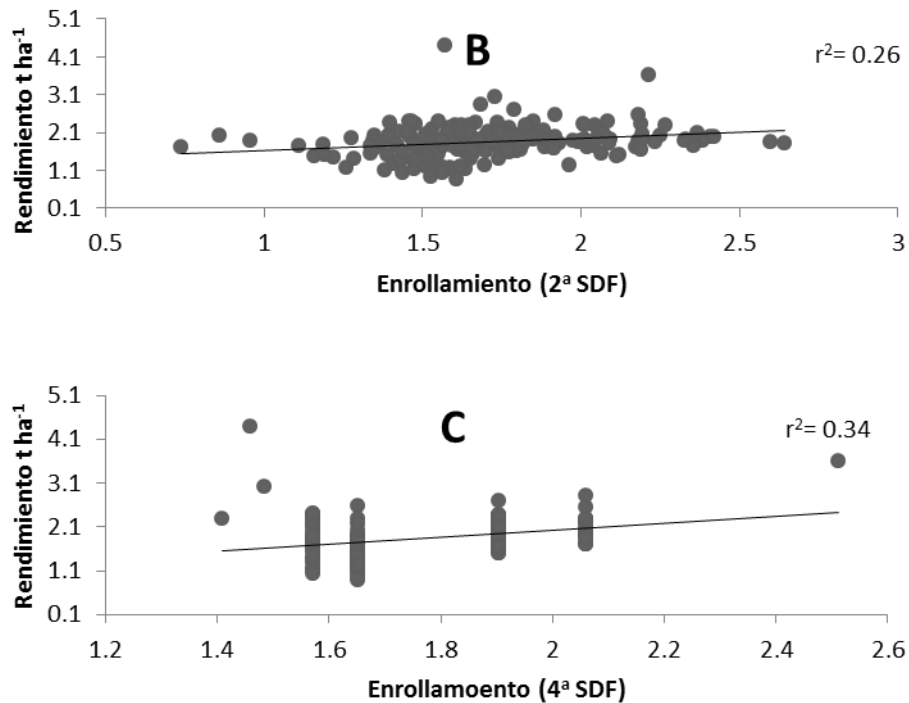


Figura.2. Relación entre el rendimiento de grano y el enrollamiento foliar evaluados en la primera, segunda y cuarta semana después de floración (SDF) en condiciones de riego restringido. UAAAN-UL 2013.

### CONCLUSIONES

- Lastemperaturasaltasyestréshídricosondosdelosfactoresquepuedenllegar a ser unadelas mayores limitantes en el crecimiento y desarrollo de las plantas, sin embargo cuando estos interactúan, pueden llegar a causar daños irreversibles.
- Los genotipos que toleran las altas temperaturas también son tolerantes a los bajos niveles hídricos.
- Genotipos que no presentan enrollamiento y fogueo, tienen mayor rendimiento.

### BIBLIOGRAFIA

- Bassetti P and M E Westgate. 1993. Water deficit affects receptivity of maize silks. *Crop Sci* 33:279-282.
- Chimenti, C., Cantagallo, J. & Guevara, E. 1997. Osmotic adjustment in maize: genetic variation in association with water uptake. In G.O. Edmeades, M. Bänziger, H.R. Mickelson & C.B. Peña-Valdivia, eds. *Developing Drought and Low-Nitrogen Tolerant Maize. Proc. of a Symp., CIMMYT, El Batán, Mexico, 25-29 Mar. 1996.* Mexico, DF, CIMMYT.
- Jiang, Y and B. Huang. 2000. Effects of drought or heat stress alone and in combination on Kentucky bluegrass. *Crop Sci.* (40):1358-1362.
- Ludlow, M.M. & Muchow, R.C. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. *Adv. Agron.*, 43: 107-153.

## EFFECTO DE PRETRATAMIENTOS EN LA GERMINACIÓN *in vitro* DE SEMILLAS TETRAPLOIDES DE TOMATILLO (*Physalis ixocarpa* BROT.)

Leticia Escobedo Bocardo<sup>1</sup>Mateo Pérez Jiménez <sup>1</sup>, Francisca Ramírez Godina<sup>1</sup>, Hermila T. García Osuna<sup>1</sup> María Alejandra Torres Tapia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

### INTRODUCCIÓN

El tomatillo, tomate de cáscara o tomate verde (*Physalis ixocarpa*) es una solanácea originaria de México. Su fruto se consume desde épocas prehispánicas y sus hojas son usadas con fines medicinales. Actualmente la agroindustria procesa 600 t anuales y su importancia se ha incrementado al igual que su exportación.

Existen 80 especies distribuidas en África, Asia y América, solo dos son cultivadas *P. ixocarpa* y *P. peruviana*. Se destinaron para la producción nacional en el 2013 44,522.36 ha y el rendimiento fue de 14.68 kg ha<sup>-1</sup> (SIAP-SAGARPA 2013).

En la actualidad el cultivo presenta una serie de problemas relacionados con el bajo rendimiento aunado a una actividad agronómica limitada por el uso de variedades nativas de bajo rendimiento y sistemas de producción ineficientes (Peña y Santiaguillo, 1999). Se han utilizado para incrementar el rendimiento diferentes técnicas como cruza dialélicas, selección masal visual estratificada, planta x planta y más recientemente inducción de poliploidía entre otros (Peña *et al.*, 1998; Peña-Lomelí *et al.*, 2002; Santiaguillo *et al.*, 2004; Robledo *et al.*, 2011; Ramírez *et al.*, 2012).

La poliploidía ofrece ventajas adaptativas con modificaciones fisiológicas y morfológicas, dentro de las cuales se observa resistencia a la sequía, al frío, a la salinidad (Hardy *et al.*, 2000; Ehrendorfer, 1980). En las semillas poliploides se observa mayor tamaño y cantidad de masa, lo que puede afectar el vigor o la capacidad de dispersión. Presentan además menor viabilidad, germinación y emergencia de la plántula ( Bretagnolle *et al.*, 1995; Al *et al.*, 1998; Beaulieu *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2010).

Es necesario al disminuir la viabilidad incrementar la emergencia de las semillas para lo cual existen diferentes técnicas que favorecen e incrementan la sincronización de la emergencia, la velocidad y porcentaje de germinación en las semillas, además generan resistencia a factores bióticos y abióticos. Estas técnicas incluyen la imbibición de la semilla en osmoreguladores, soluciones salinas y reguladores de crecimiento (Dahal *et al.*, 1990). Arroyo Medina y col (2008) mencionan que la aplicación en ácidos orgánicos en semillas de interés hortícola tuvo efecto positivo en la germinación, peso seco y longitud de tallo y radícula.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta de las semillas tetraploides de tomatillo en el porcentaje de germinación e índice de velocidad de germinación. con la aplicación de reguladores y ácidos orgánicos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Departamento de Fitomejoramiento.

Etapa de hidratación.

Se evaluó el tiempo de hidratación pesando la semilla cada 4 h hasta que el peso de la semilla fue constante.

Viabilidad.

Esta variable se evaluó determinando la viabilidad inicial de la semilla en la prueba de capacidad de germinación. Donde la metodología para evaluar la viabilidad se realizó conforme a las reglas internacionales ISTA (2009), determinando las semillas viables y no viables, en tres repeticiones de 20 semillas, sometidas a imbibición en agua corriente durante 24 horas en una tubo de ensaye de vidrio de 15 X100 mm. Las semillas se disectaron a la mitad, se sumergieron en tetrazolio en obscuridad y se incubaron a 30° C por 2 h; posteriormente se observaron en el microscopio estéreo y se evaluó el porcentaje de viabilidad.

Índice de velocidad de emergencia.

El IVE se obtuvo contando a diario las semillas emergidas durante 21 días después de la siembra. Considerando la ruptura de la testa como semilla emergida. Para calcular su valor se utilizó la siguiente formula de acuerdo con Maguirre (1962).

$$IVE = \sum \text{No.P/D} + \dots + \text{No.P/D}$$

Donde:

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

No.P = Número de plantas emergidas

D = Días después de la siembra

### Pretratamientos

Se conformaron los siguientes pretratamientos: Testigo (T); ácido giberélico: AG1= a 10<sup>-2</sup>M, AG2=10<sup>-4</sup>M, AG3=10<sup>-6</sup>M; Prohexadiona de calcio PCa1= 10<sup>-2</sup>M, PCa= 10<sup>-4</sup>M y PCa= 10<sup>-6</sup>M; ácido benzoico: AB1= 10<sup>-2</sup>M, AB2= 10<sup>-4</sup>M, AB3=10<sup>-6</sup>M; ácido salicílico: AS1= 10<sup>-2</sup>M, AS2=10<sup>-4</sup>M, AS3=10<sup>-6</sup>M, ácido sulfosalicílico: ASS1= 10<sup>-2</sup>M, ASS2= 10<sup>-4</sup>M, ASS3= 10<sup>-6</sup>M;. Cada tratamiento



consistió en tres repeticiones con 10 semillas por frasco. Se determinó en un estudio preliminar el tiempo en el cual las semillas llegaban a la máxima absorción de agua que fue de 4h. Con este dato las semillas se imbibieron en las diferentes soluciones de reguladores y ácidos orgánicos. Una vez transcurrido el tiempo de saturación hídrica, las semillas pretratadas se desinfectaron en una solución alcohol al 70 % por un minuto y se enjuagaron en agua destilada estéril, posteriormente se colocaron en hipoclorito de sodio al 20% y se enjuagaron con agua destilada estéril tres ocasiones bajo la campana de flujo laminar, se sembraron en medio Murashige y Skoog (MS) a mitad de su concentración suplementados con 100 mg L<sup>-1</sup> de mio-inositol(SIGMA®, I-3011), 1 mg L<sup>-1</sup> de tiamina-HCL(SIGMA®,T-3906), 1 mg L<sup>-1</sup> de piridoxina-HCL (SIGMA®,P-8666), 1 mg L<sup>-1</sup> Kinetina, 30 g L<sup>-1</sup>(SIGMA®,K-0753) de sacarosa, 8 g L<sup>-1</sup>de agar(SIGMA®,A-1296) ajustando a un pH de 5.7 y se esterilizó a 120° C durante 15 minutos y se transfirieron al cuarto de incubación a una temperatura de 25±1° C, con 16 horas luz y 8 de oscuridad a 2500 lux.

Sobre los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza bajo un diseño experimental completamente al azar y una comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Se empleo la herramienta estadística de R® version 2.8.1. (2008).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Viabilidad**

Se obtuvo un 75 % de semillas de tomate de cáscara viables y un 25 % de no viables, indicando que la semilla está fuera del rango de calidad fisiológica para la comercialización de semillas o en estudios sobre la germinación, según el SNICS lo recomendado debe ser un mínimo de 85 %. Estos datos son coincidentes con un estudio previo para determinar la viabilidad de polen en variedades tetraploides de tomatillo donde se observó una disminución de la viabilidad en comparación con polen de planta diploide (Ramírez-Godina et al.,2013), con estos datos se confirma lo mencionado por algunos autores sobre la disminución de la viabilidad y fertilidad de las semillas poliploides (Bretagnolle et al., 1995)

La comparación de los diversos tratamientos (Figura 1 y 2) indicó que el testigo presentó los valores más bajos de germinación con un 13.33% y IVG de 0.19, iniciando la emergencia en el día 21. El tratamiento con AG observó un incremento significativo en la germinación en todas las concentraciones ( $\bar{X}=64.44$ ). La emergencia inició en el cuarto día después de la siembra con un porcentaje de germinación para AG1, AG2 y AG3 de 73.33, 56.66, 63.33% y un IVG de 20.26, 10.44 y 11.59 respectivamente. Se ha reportado que el AG participa en los procesos de

regulación del crecimiento y desarrollo de las plantas. El tratamiento con ácido giberélico está asociado con la rápida utilización de la síntesis de aminoácidos y amidas, lo cual incrementa la tasa de germinación. (Gupta y Mukherjee 1982).

PCa presentó un promedio de germinación en las 3 concentraciones ( $\bar{X}=15.55$ ) y al igual que el AG la germinación ocurrió el cuarto día después de la siembra.

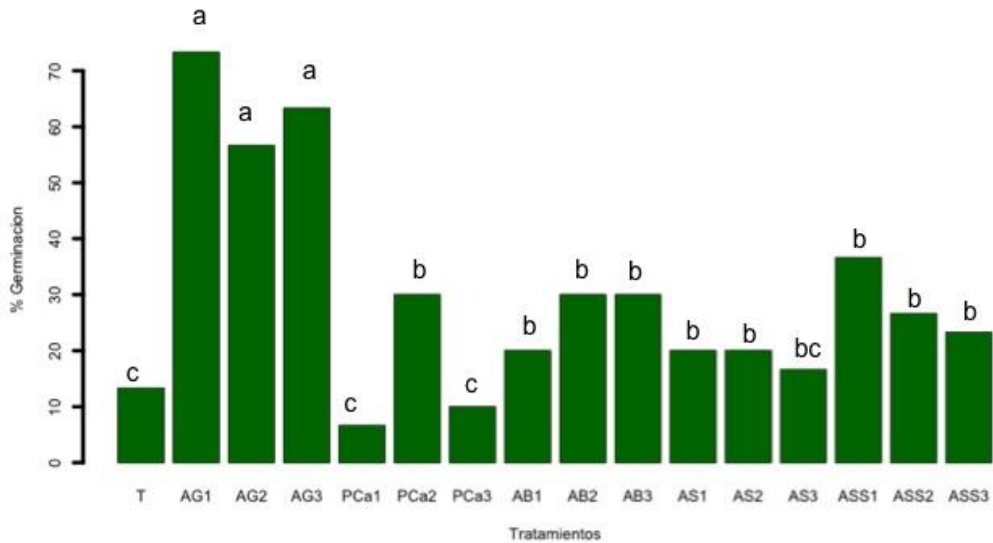


Figura 1. Porcentaje de Germinación en la aplicación de soluciones en semillas tetraploides de tomatillo.

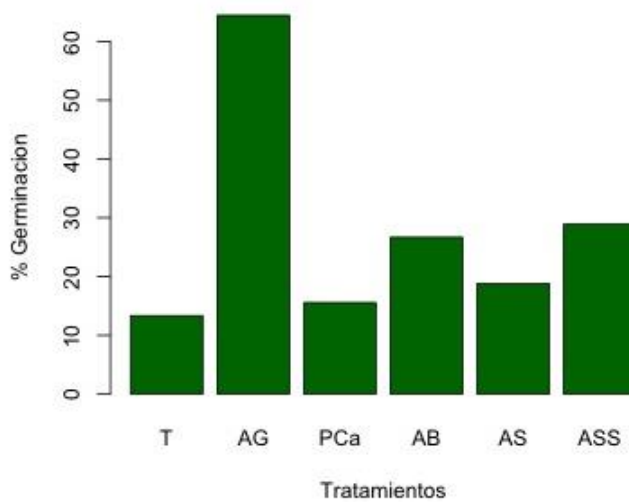


Figura 2. Media de los tratamientos aplicados a las semillas tetraploides de Tomatillo.

La aplicación de reguladores como el AG y PCa está relacionada con el incremento de fenoles al modificar la ruta biosintética de los flavonoides (Gosch et al., 2003; Halbwirth et al., 2003). En la semilla los fenoles son producidos en la testa y están relacionados con los procesos morfogenéticos del embrión (Dixon et al., 2005; Zhao et al., 2010; Dean et al., 2011). También participan en la nodulación de algunas semillas al actuar como quimioatrayentes, promoviendo el crecimiento rizobial (Mandal et al., 2010)

Con respecto a los ácidos orgánicos el tratamiento con ASS presentó el mayor promedio de germinación ( $\bar{X}$ = 28.88), seguido por el AB ( $\bar{X}$ = 26.66), y con el menor promedio el AS ( $\bar{X}$ = 18.88). Cabe destacar que aunque los IVG (Figura 3) fueron menores, la germinación con los ácidos orgánicos inició el primer día de la siembra. Los ácidos orgánicos derivan de la vía metabólica de los fenilpropanoides, compuestos que participan como fitohormonas en la cascada de señalización intracelular y controlan la producción de compuestos secundarios que funcionan como defensas de las plantas (Álvarez y Espinosa, 2004).

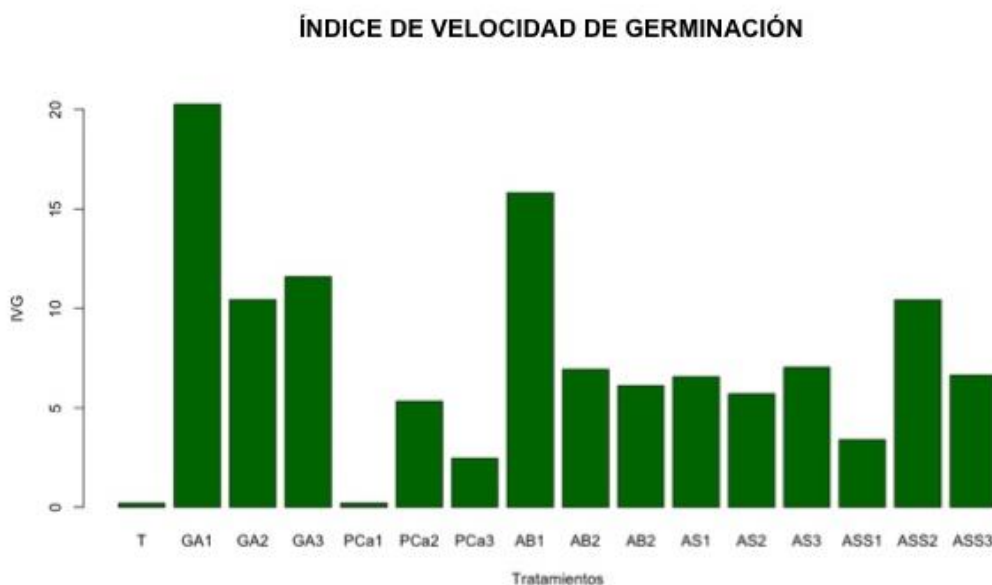


Figura 3. Comportamiento del índice de velocidad de emergencia en semillas tetraploide de tomatillo (*Physalis ixocarpa*), aplicando reguladores y ácidos orgánicos

### CONCLUSIONES

Los pretratamientos de imbibición de la semilla y la siembra el mismo día aumentan la tasa de germinación y emergencia de las semillas.

Los resultados confirman que los pretratamientos germinativos son una herramienta que incrementa la tasa y porcentaje de germinación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Al, H.A.; Monneveux, P. and M.M. Nachit. 1998. Direct and indirect selection for drought tolerance in alien tetraploid wheat durum wheat crosses. *Euphytica*. 100: 287–294.
- Arroyo-Medina, C., Benavides-Mendoza, A. Ramírez, R. H. y N.A.Ruiz-Torres. 2010. Efecto de ácidos orgánicos sobre la germinación de semillas de hortalizas. Libro Científico Anual de Ganadería y Ciencia Forestal, UAAAN. 107-115.
- Álvarez T. M.C. y F.,B.Espinosa. 2004. Jasmonatos y Salicilatos: Fitohormonas clave en las reacciones de defensa de las plantas y de comunicación en el ecosistema. En: La Ecofisiología Vegetal: Una ciencia de síntesis. Editores Reigosa, J.M., Pedrol, N. y A.Sánchez. Ed. Thomson. Madrid España. 633-723
- Beaulieu, J.M., Moles, A.T., Leitch, I.J., Bennett, M.D., Dickie, J.B. and C.A. Knight.2007. Correlated evolution of genome size and seed mass. *New Phytologist*.173: 422- 437.
- Bretagnolle, F., Thomson J.D. and R. Lumart.1995. The influence of seed size variation on seed germination and seedling vigor in diploid and tetraploid *Dactylis glomerat* L. *Annals of Botany* 76: 607-615.
- Dahal, P and K. J. Bradford, 1990.Effects of priming and endosperm integrity on seed-germination rates of tomato genotypes. 2. Germination at reduced water potential. *Journal of Experimental Botany*..41 (11): 1441–1453.
- Dean, G. Cao, Y. G., Xiang, D., Provart, N.J. and Ramsay, L. Ahada A. 2011. Analysis of gene expression patterns during seed coat development in *Arabidopsis*. *Mol. Plant* 4: 1074-1091.
- Dixon, R.A. Xie, D.Y. and S.B. Sharma. 2005. Proanthocyanidins – a final frontier in flavonoid research? *New Phytology*. 165: 9-28.
- Ehrendorfer, F. 1980. Polyploidy and distribution. In: Lewis WH (eds) *Polyploidy. Biological relevance*.Plenum, New York. 45–60 pp
- Gosch, C., Puhl, I., Halbwirth, H., Schlangen, K., Roemmelt, S., Andreotti, C., Costa, G., Fischer, T. C., Treutter, D., Stich, K. and G. Forkmann. 2003. Effects of prohexadione-Ca on various fruit crops: Flavonoid composition and substrate specificity of their dihydroflavonol 4-reductases. *European Journal of Horticultural Science* 68(3): 144-151.
- Gupta P. and D. Mukherjee. 1982. Influence of GA<sub>3</sub> pre-soaking of seeds on biochemical changes in seedling parts of *Pennisetum typhoides* Rich. *Proceedings of Indian National Science Academy B*. 48 (5): 642–648.
- Halbwirth, H., Fischer, T. C., Roemmelt, S., Spinelli, F., Schlangen, K., Peterek, S., Sabatini, E., Messina, C., Speakman, J. B., Andreotti, C., Rademacher, W., Bazzi, C., Costa, G., Treutter, D., Forkmann, G.,and K, Stich, 2003. Induction of antimicrobial 3-deoxyflavonoids in pome fruit trees controls fire blight. *Zeitschrift fur Naturforschung* 58: 765-770.
- Hardy, O. J., Vanderhoeven, S, De Loose, M., and P. Meerts. 2000. Ecological, morphological, and allozymic differentiation between diploid and tetraploid knapweeds (*Centaurea jacea*) from a contact zone in the Belgian Ardennes. *New Phytology* 146:281–290
- Maguirre, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop science*. 2:176-177.
- Mandal, S.M., Chakraborty, D. and S. Dey. 2010 Phenolics acid act as signaling molecules in plant-microbe symbioses. *Plant Signal- Behav*. 5: 359-368.
- Peña, L. A. y H.J.F Santiaguillo.1999. Variabilidad genética de tomate de cáscara en México. *Boletín Técnico #2*. Depto. de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 26 p.
- Peña-Lomelí A., Molina-Galán J.D., Márquez-Sánchez F., Sahagún-Castellanos J., Ortiz-Cereceres J. y Cervantes-SantanaT.2002.Respuestas estimadas y observadas de tres métodos de selección en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) *Revista Fitotecnia Mexicana*25:171-178.
- Robledo,T. V., Ramírez, G, F., Foroughbakhch, P..R., Benavides, M.A. Hernández, G.G., and M.H V.Reyes. 2011. Development of tomatillo (*Physalis ixocarpa* brot.) Autotetraploids and their chromosome and phenotypic characterization.*Breeding Science*. 61: 288-293.

- Ramírez- Godina F., Robledo-Torres, V., Foroughbakhch-Pournavab., R. Benavides-mEndoza.A. y M-A. Alvarado-Vázquez. 2013. Viabilidad de polen, densidad estomática y tamaño de estomas en autotetraploides y diploides en *Physalis ixocarpa*. Botanical Science 91 (1): 11-18.
- Ramirez G. F. 2012. Caracterización de tetraploides y formación de híbridos triploides en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot). Tesis de Doctorado. Univ. Autónoma de Nuevo León. 115 p.
- SIAP-SAGARPA 2013. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx)
- Zhang, X.Y., Hu, C.G. and J.L. Yao. 2010. Tetraploidization of diploid Dioscorea results in activation of the antioxidant defense system and increased heat tolerance. Journal Plant Physiology. 167: 88–94.
- Zhao, J., Pang, Y. and R.A. Dixon. 2010. The misteries of proanthocyanidin transport and polimerization. Plant Physiology.153: 437-443.

## PRODUCTIVIDAD DE AGUA DE LA AVENA A DIFERENTES CONDICIONES DE HUMEDAD DEL SUELO

<sup>1</sup>Marco A. Inzunza Ibarra, <sup>1</sup>Ernesto A. Catalán Valencia, <sup>1</sup>Magdalena Villa Castorena y <sup>1</sup>Abel Román López y <sup>2</sup>Rutilo López López.

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA), INIFAP<sup>1</sup>. Canal Sacramento Km 6.5 margen derecha, Gómez Palacio, Dgo. CP 35140. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), km. 1 carretera Huimanguillo-Cárdenas, Huimanguillo, Tabasco. México CP. 86400. [inzunza.marco@inifap.gob.mx](mailto:inzunza.marco@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

Las necesidades de agua por los cultivos es variable en cada periodo de crecimiento de los cultivos, básicamente por la variación de la cobertura vegetal y las condiciones climáticas, esto se refleja en la evapotranspiración de los cultivos. Consecuentemente una estimación precisa de este parámetro es un factor importante para incrementar la productividad del uso del agua por las plantas domesticadas (De Fraiture y Wichelns, 2010). En este contexto, la explotación de la avena (*Avena sativa*) en las zonas áridas y semiáridas, requiere conocer su respuesta en materia seca a diferentes condiciones de humedad en el suelo para encontrar su más alta productividad del agua. Por lo tanto, debe encontrarse su demanda hídrica óptima para incrementar su eficiencia de uso de este recurso. Este cereal es considerado importante en las cuencas lecheras de México, como complemento de la necesidad de forraje durante el período de invierno cuando la producción del forraje de alfalfa se abate, esto lo reflejan la estadística de su superficie sembrada con 723,156 ha a nivel nacional de las cuales la Comarca Lagunera aporta 16,203 ha (SIAP, 2014). La avena ha tenido buenos resultados cuando es utilizada en forma intercalada con otros cultivos como el trébol y triticale al incrementar la calidad del forraje y la producción de materia seca (Ross *et al.*, 2004; Reta *et al.*, 2010). Asimismo, reportan al cultivo de la avena como una excelente opción para ser utilizada en programas de rotación de cultivos ya se obtiene una mejor conservación estructural del suelo al mejorar la densidad de plantas, incrementar el crecimiento radical y la extracción del agua por los cultivos subsecuentes (Siri-Prieto *et al.*, 2009). Además, Pikul *et al.* (2004) reportan trabajos con avena durante cinco años de estudio, encontraron una relación lineal entre su producción de materia seca y la evapotranspiración consumida. Los autores determinaron que con dicha relación obtuvieron un rendimiento de materia seca de 6.4 t ha<sup>-1</sup> cuando consumió 275 mm y al ocurrir 188 mm de precipitación promedio. La avena presentó en este estudio una productividad de agua del 2.3 kg de materia seca por m<sup>3</sup> de agua consumida.

En esta región sobresaliente por su cuenca lechera, los cultivos forrajeros son de gran importancia, ya que son una fuente de nutrientes para los hatos destinados a la producción de carne y leche. La avena forrajera es la especie más extendida y utilizada como forraje de invierno. Al considerar lo anterior, resulta fundamental conocer la relación existente entre el rendimiento de forraje y su cantidad de agua utilizada que permita optimizar su uso y maximizar su producción de materia seca (MS).

El objetivo del estudio fue la determinación de la productividad del agua de la avena y su producción de materia seca para diferentes contenidos de humedad en el suelo. Encontrar la respuesta de la avena con diferentes consumos de agua aplicada en dos etapas de su crecimiento vegetativo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este estudio 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°C. Las lluvias son en verano, con lluvias invernales que representan de 5 a 10.2% del total anual (García, 1988). 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. El trabajo consistió de dos factores en estudio: la variación del contenido de humedad en el suelo en dos etapas de crecimiento de la Avena forrajera. 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 formación del grano en estado lechoso-masoso del cultivo. 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 la avena. Similarmente, para la segunda etapa (inicio de floración a grano lechoso-masoso 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<sup>2</sup> (4 de ancho por 5 de largo).

Cuadro 1. Tratamientos de humedad del suelo ensayados en el cultivo de la avena

Tratamiento	Etapa 1, de emergencia a inicio de floración (HAC <sub>1</sub> )	Etapa 2, de inicio de floración a grano lechoso-masoso (HAC <sub>2</sub> )
1	40	40
2	40	80
3	60	60
4	60	100
5	80	40
6	80	80
7	100	60

HAC<sub>1</sub> = Humedad aprovechable consumida en la etapa 1; HAC<sub>2</sub> = Humedad aprovechable consumida en la etapa 2

Para determinar y monitorear el contenido de agua del suelo y su variación a través el ciclo del cultivo en cada tratamiento, se utilizaron los métodos de reflectometría en el dominio temporal (TDR) previamente calibrado con el gravimétrico como método estándar para su calibración basado en la toma de muestras del suelo con barrenas tipo vehimeyer. La variedad de la avena usada fue la Cuauhtémoc, la siembra se efectuó el 05 de noviembre del 2013, con una densidad de siembra de 140 kg ha<sup>-1</sup>, esta se realizó en seco y la emergencia inició el 13 del mismo mes. Para la fertilización se aplicó la fórmula 150-100-0. Las variables evaluadas fueron, el rendimiento de forraje verde (FV) y materia seca (MS) en t ha<sup>-1</sup>, la lámina de agua consumida. El análisis de la información se realizó en base al análisis de varianza, de comparación de medias (Tukey 5%) y del análisis de regresión.

## 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 de la avena. El rango del contenido de la humedad aprovechable consumida fluctuó de 38% en la etapa de inicio de floración a formación de grano en estado lechoso-masoso en el tratamiento 40-40 de condiciones de humedad no restrictivas a 96% de la HAC tanto para el tratamiento 100-60 como el 60-100 de condiciones hídricas restrictivas. Para el caso de la lámina consumida por la avena, el mayor consumo de 33.74 cm en la segunda etapa, se presentó en los tratamientos 40-40 y 80-40 de condiciones más húmedas que el resto, el menor consumo se mostró en el tratamiento 100-60 de bajo contenido de humedad en la etapa vegetativa de avena.



Cuadro 2. Contenidos de humedad, rendimientos y Materia seca promedios de los tratamientos ensayados para avena

Tratamiento	HAC <sub>1</sub> (%)	HAC <sub>2</sub> (%)	LC <sub>1</sub> (cm)	LC <sub>2</sub> (cm)	MS (t ha <sup>-1</sup> )	EUA Kg m <sup>-3</sup>
40-40	38	39	25.43	33.74	16.29a	2.75
40-80	38	78	25.43	20.34	12.42b	2.71
60-60	59	60	23.50	25.69	12.47b	2.53
60-100	59	96	23.50	10.73	8.95d	2.61
80-40	78	39	17.39	33.74	11.23bc	2.19
80-80	78	78	17.39	20.15	10.10cd	2.69
100-60	95	62	15.10	26.40	7.37e	1.78

HAC<sub>1</sub> y HAC<sub>2</sub> = Humedad aprovechable consumida en las dos etapas de avena; LC<sub>1</sub> y LC<sub>2</sub> = Lamina consumida en las dos etapas estudiadas; MS= Materia seca; EUA=Eficiencia de uso del agua.

### Comportamiento del rendimiento de materia seca y productividad del agua de la avena

La tendencia de la producción de materia seca de la avena, MS (t ha<sup>-1</sup>) y de la productividad del agua (kg m<sup>-3</sup>) como respuesta a las condiciones diferentes de humedad del suelo en cada tratamiento ensayado en el campo, se muestran en el Cuadro 2. El análisis de varianza mostró para estas dos variables respuesta, diferencias altamente significativas entre los tratamientos ( $\alpha = 0.01$ ). La combinación del 40-40 tuvo el rendimiento de MS promedio más alto, 16.29 t ha<sup>-1</sup>. Este valor de producción, de acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro 2), resultó estadísticamente más alto que el resto de los tratamientos ensayados ( $\alpha = 0.05$ ). Este rendimiento se obtuvo al aplicar el riego al consumir la avena el 38 y el 39% de la humedad aprovechable del suelo, esto es, aplicar el riego bajo condiciones de humedad no restrictivas durante las dos etapas bajo estudio. En forma similar, el valor más alto de EUA se observó en el tratamiento 40-40 con un valor de 2.75 kg m<sup>-3</sup>, sin embargo los valores de productividad del agua de los tratamientos 40-80, 60-60, 60-100 y el 80.80 presentaron valores estadísticamente iguales al de mayor EUA. Esto se observa en el análisis de comparación de medias para esta variable en la Figura 1. Los valores más bajos de productividad del agua por la avena, se reflejaron en los tratamientos 80-40 y 100-60, que alcanzaron valores medios de EUA de 2.19 y 1.78 kg m<sup>-3</sup> respectivamente, tuvieron en común desarrollarse bajo condiciones de estrés hídrico cercanas al punto de marchitez permanente en alguna de sus etapas estudiadas. (Figura 1). De acuerdo al análisis de Tukey de comparación de medias mostrado en la referida figura, estos tratamientos resultaron ser estadísticamente inferiores en EUA con respecto al resto de los tratamientos y diferentes entre sí. El análisis anterior, permite concluir que los resultados mostraron una respuesta lineal del rendimiento de MS de la avena por condiciones de diferentes regímenes de humedad del suelo al momento del riego.

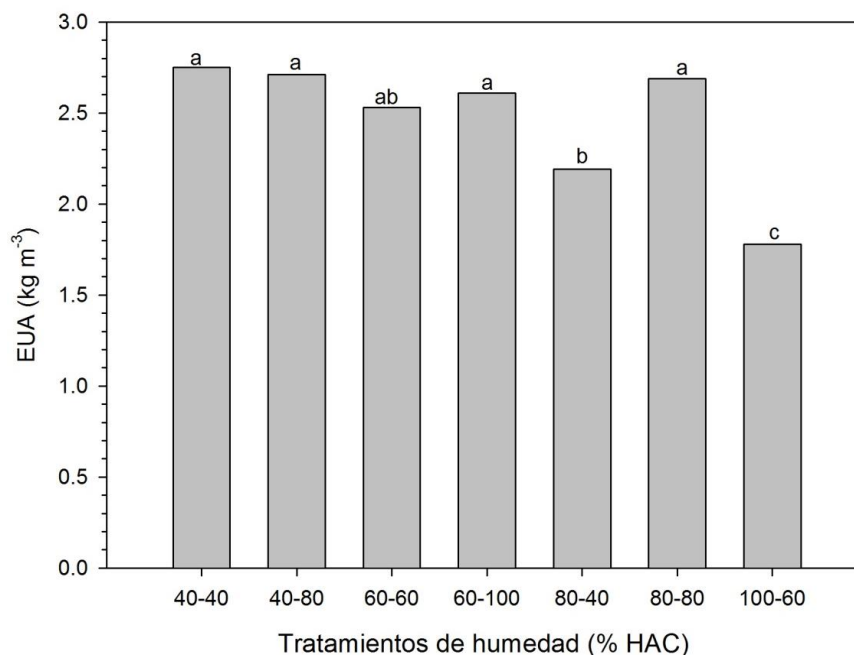


Figura 1. Productividad del agua de la avena en los tratamientos ensayados, EUA = Eficiencia de uso del agua de la avena; HAC = Humedad aprovechable consumida,

### CONCLUSIONES

La avena obtuvo la mayor productividad del agua, en los tratamientos que tienen en común desarrollarse bajo condiciones no restrictivas de humedad del suelo en la etapa vegetativa, de emergencia a inicio de floración. El mayor valor fue de 2.75 kg de materia seca por metro cúbico de agua consumida. Este valor no fue estadísticamente mayor al obtenido a los tratamientos referidos. La producción de materia seca de avena presentó una tendencia lineal al incremento de humedad en el suelo y a su consumo de agua. El más alto rendimiento de MS se manifestó bajo condiciones hídricas en el suelo de 38 y 39% de humedad aprovechable abatida en el suelo y cuando consumió 25.43 y 33.74 cm de agua en la etapa vegetativa y reproductiva, respectivamente.

### BiBLIOGRAFÍA

- De Fraiture Ch., and D. Wichelns. 2010. Satisfying future water demands for agriculture. *Agric. Water Manage.* 97:502–511.
- García, M. E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana). 4aed. Talleres Offset Larios. México, D. F. 220 p.
- Pikul, J. L., J. K. Aase, and V. L. Cochran. 2004. Water Use and Biomass Production of Oat–Pea Hay and Lentil in a Semiarid Climate. *Agron. J.* 96:298–304.
- Reta, D. G. S., U. Figueroa V., R. Faz C., G. Núñez H., A. Gaytán M., J. Santos S. C. y J. A. Payán G. 2010. Sistemas de producción de forraje para incrementar la productividad del agua. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 33 (Número Especial 4): 83 – 87.

- Ross, S., J. R. King, J. T. O'Donovan, and D. Spaner. 2004. Forage Potential of Intercropping Berseem Clover with Barley, Oat, or Triticale. *Agron. J.* 96:1013–1020.
- SIAP. 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo. En <http://www.siap.gob.mx> consultada en línea el 16 de agosto 2014.
- Siri-Prieto, G., D. W. Reeves and R. L. Raper. 2009. Tillage Requirements for Integrating Winter-Annual Grazing in Peanut Production: Plant Water Status and Productivity. *Agron. J.* 101:1400-1408.

## VALIDACIÓN DEL HÍBRIDO CHILE JALAPEÑO “CHIPO” BAJO DOS SISTEMAS DE RIEGO EN LA REGIÓN DE DELICIAS, CHIHUAHUA

Paulina Nava Ruiz<sup>1</sup>, Francisco Báez Iracheta<sup>2</sup>, Gamaliel Orozco Hernandez<sup>2</sup>  
y Jorge Iram Saenz<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, [paulina\\_nava\\_ruiz@hotmail.com](mailto:paulina_nava_ruiz@hotmail.com) <sup>2</sup> Investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental Delicias Chihuahua. Programa de hortalizas <sup>3</sup> Profesor de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

### INTRODUCCIÓN

El cultivo del chile es el que más impacta la economía agrícola en Chihuahua, siendo la hortaliza más importante en el estado, pues se siembra una superficie promedio anual de 23,923.3 hectáreas con una producción de alrededor 562,166.53 toneladas (SIAP-SAGARPA 2012).

La producción de chile en el estado de Chihuahua se realiza bajo condiciones de riego, siendo el agua la principal limitante para la producción; una de los métodos más eficientes es el riego por goteo. En riego por goteo se puede tener un ahorro del 50 por ciento de consumo de agua y aprovecharse más del 90 por ciento del agua aplicada, ya que consiste básicamente en el abastecimiento de agua en pequeñas cantidades sobre la superficie del suelo cercana a la zona radicular de la planta (Berzoza y Sánchez, 2013). Cabe mencionar que esta eficiencia dependerá del manejo, la cantidad y frecuencia del agua usada en el riego (Inzunza *et al.*, 2002).

La tecnología del acolchado o cubrimiento del suelo también se utiliza para la producción de cultivos hortícolas (Berzoza y Chávez, 2013), la cual hace más competitiva la producción de hortalizas porque genera mayores rendimientos y oportunidad en el mercado (precocidad) (Inzunza *et al.*, 2010). El chile jalapeño con prácticas de manejo tales como acolchado, sistema de riego presurizado (cintilla) y diferente método de siembra al convencional (trasplante), mejora significativamente la producción, haciendo que este sea más competitivo con respecto al resto de los cultivos (Hernández *et al.*, 2003).

Otra de los problemas en México es la falta de genotipos nacionales, ya que existe una gran dependencia de híbridos extranjeros incrementando los costos hasta un 20% (Gamaliel, 2013). El mejoramiento genético que se realiza en México, es una alternativa que puede contribuir a incrementar el rendimiento y calidad de la producción, reducir el daño por plagas, enfermedades, ambiente extremo y mejorar las características agronómicas (Lujan y Acosta, 2004).

El objetivo general del presente trabajo fue validar estrategias que promuevan el manejo adecuado del recurso agua-suelo a menor costo posible, transfiriendo conocimientos y técnicas en chile jalapeño sobre nuevos genotipos nacionales a fin de promover el desarrollo sustentable de los sistemas de producción del cultivo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el presente trabajo se sembraron los híbridos en charolas de polietileno de 200 cavidades en el invernadero de las instalaciones del INIFAP; realizándose el trasplante el día 4 de abril del 2013 en terrenos del rancho “Bonito” del municipio de Delicias, Chihuahua ubicado geográficamente a los 28° 7' 28.8" de latitud y 105° 28'18.35" de altitud, propiedad del Sr. Carlos Chacón. La validación se realizó en tres hectáreas (1.5 has con cintilla y acolchado y 1.5 has con cintilla), se establecieron los híbridos Chipó y Marajá, ambos en dos tratamientos, en riego con cintilla en acolchado y solo cintilla. La unidad experimental se integró por una cama de siembra de 1.6 m. de ancho por 5 m. de largo bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. La cama de siembra estaba integrada por dos hileras de plantas separadas a 0.40 m. en las que la distancia entre plantas fue de 0.40 metros; a las que se les tomaron datos sobre rendimiento, características y calidad del fruto. En el manejo del cultivo se utilizó una dosis de fertilización total de 324-156-00, con intervalos de riego que variaban de 6 a 10 días dependiendo la etapa del cultivo, los cuales tenían una duración de 12 horas por hectárea. Respecto a las plagas y enfermedades se aplicó endosulfan a una razón de 1.5 L ha<sup>-1</sup> para el control del chapulín y Rally 40 WP para controlar la cenicilla a una dosis de 100 gr ha<sup>-1</sup>.

Para el análisis del rendimiento se cosecharon todos los frutos maduros de cada parcela útil, para posteriormente pesarlos con una báscula digital de 10 kilos, de cada parcela se seleccionaron 10 frutos promedio (tanto el largo como en ancho) a los cuales se les tomaron los siguientes datos:

**Largo de fruto.-** Se midió con un vernier digital, de la punta del chile hasta la unión con el pedúnculo.

**Ancho de fruto.-** Al igual que el largo también se midió con un vernier digital, realizando la medición en la parte media del fruto.

**Peso de fruto.-** Para esta variable se utilizó con una balanza granataria, con el fin de que fuera más preciso.

Para el análisis estadístico a las variables tomadas que se registraron se utilizó el paquete estadístico (SAS, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las características de fruto no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, se puede observar en el cuadro 1 que es mínima la diferencia en el peso, largo y ancho. En el tratamiento de cintilla y acolchado con respecto al peso de fruto, el híbrido Chipo presentó 23.103 g a comparación del tratamiento con cintilla, el cual tuvo un peso de 31.043 g, con una diferencia de 7.94 g. En las otras dos variables, ancho y largo de fruto sucede lo mismo que el peso ya que en los valores de ancho del fruto van de 3.22 para cintilla y 2.79 cm para cintilla y acolchado. La diferencia de largo de fruto entre chipo en el tratamiento de cintilla y el de cintilla y acolchado fue de 1.08 cm. Si bien no se presentan diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo el Híbrido Chipo presentó mayor peso y ancho de fruto que el Híbrido comercial Marajá en el tratamiento de cintilla. Los valores de características de fruto fueron menores para el caso del acolchado y cintilla, en donde Marajá tuvo mayor peso, ancho y largo de fruto que Chipo como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de fruto por híbrido. Validación del híbrido chipo bajo dos sistemas de riego en la región de Delicias, Chihuahua. 2013.

HIBRIDOS	TRATAMIENTOS	CARACTERISTICAS DE FRUTO		
		PESO (g por fruto)	ANCHO (cm)	LARGO (cm)
Chipo	Cintilla	31.043	3.22	7.96
Marajá	Cintilla	30.200	3.00	7.96
Chipo	Cintilla y acolchado	23.103	2.79	6.88
Marajá	Cintilla y acolchado	28.530	2.88	7.09

Para el caso de rendimiento ambos híbridos tuvieron un comportamiento similar respecto a los tratamientos de cintilla y cintilla con acolchado, teniendo diferencias estadísticamente significativas, pues tanto Chipo como Marajá en cintilla ( $38.847$  y  $37.350 \text{ t ha}^{-1}$ ) superaron a estos mismos híbridos ( $21.230$  y  $18.807 \text{ t ha}^{-1}$ ) con cintilla más acolchado. Considerando el comportamiento de los híbridos en cada tratamiento no hubo diferencias estadísticamente significativas en el tratamiento de cintilla, aun así el híbrido Marajá se quedó con  $1.497 \text{ t ha}^{-1}$  menos que el híbrido Chipo. En el tratamiento de cintilla y acolchado, al igual que en el anterior el híbrido chipo tuvo  $2.423 \text{ t ha}^{-1}$  más que Marajá en el rendimiento (Cuadro 2).

Para la región de Delicias el tratamiento de cintilla más acolchado tuvo el más bajo rendimiento contrario a los resultados de otras zonas productoras; en Delicias el trasplante de chile bajo acolchado debe realizarse a inicios de marzo para evitar el problema de altas temperaturas que

se presentan en abril y mayo, esto coincide con los estudios realizados en Tabasco por Rutilio López donde el acolchado tuvo un efecto negativo atribuido a las altas temperaturas que se presentaron durante el periodo del cultivo (López *et al.*, 2011).

Cuadro 2. Rendimiento de cada híbrido. Validación del híbrido chipo bajo dos sistemas de riego en la región de Delicias, Chihuahua. 2013

HIBRIDOS	TRATAMIENTOS	RENDIMIENTOS (t ha <sup>-1</sup> )
Chipo	Cintilla	38.847 a <sup>†</sup>
Marajá	Cintilla	37.350 a
Chipo	Cintilla y acolchado	21.230 b
Marajá	Cintilla y acolchado	18.807 b

<sup>†</sup> Medias seguidas con la misma letra por columna en cada factor no son significativamente diferentes (Tukey  $\leq 0.05$ ).

### CONCLUSIONES

El Híbrido Chipo supero al Híbrido Marajá en las variables evaluadas, por lo que Chipo es un híbrido que compete con los mejores híbridos comerciales.

El tratamiento de cintilla fue superior al tratamiento de cintilla y acolchado para la región de Delicias, Chihuahua.

Para aprovechar los beneficios del acolchado y evitar el efecto de las altas temperaturas es recomendable realizar las siembras con este sistema en el mes de marzo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Berzoza M. M. y Chávez S. N. 2013. Producción de plántula de chile en invernadero. Presentación para el "Curso de tecnología para la producción de chile jalapeño 2013".
- Hernández D. J., J. Flores V., V. Robledo T., A. Benavides M., H. Ramírez y E. Bacópolos T. 2006. Creciente y rendimiento de chile Anaheim con acolchado plástico y fertilización. Ávila *et al.* Tercera convención mundial del chile. Pág. 228-232.
- Inzunza I. M. A., S. F. Mendoza M., M. M. Villa C., E. A. Catalán V., A. R. López e I. Sánchez C. 2006. Chile jalapeño de trasplante creciendo bajo acolchado plástico e irrigado con cintilla. Ávila *et al.* Tercera convención mundial del chile. Pág. 233-237
- Inzunza I. M. A., M. Villa C., E. Catalán V. y A. López. 2010. Extracción de nutrientes y producción de chile jalapeño bajo acolchado plástico y niveles de riego. Redalyc.org. volumen 28, numero 3. Pág. 211-218.
- López L. R., W. Áviles B., F. Mirafuentes H. y J. Jiménez C. 2012. Producción de chile habanero (*Capsicum chinensejacq*) basada en riego por goteo, cobertura plástica y densidad de siembras. Novena convención mundial del chile. Pág. 265-272.
- Luján F.M y G.F. Acosta R. 2004. Selección de genotipos de chile para el norte de México. Trabajo inédito preparado para la Primera Convención Mundial de Chile. Consejo Nacional de Productores de Chile. León, Gto. 7 p.
- Lujan F.M, F. Quiñones P., N Chávez S., C. Guigón L., G. Avila Q., B. Macias L., M. Berzoza M. y G. Francisco A. 2006. Manejo integral de chile jalapeño enfocado a incrementar su rentabilidad y sostenibilidad; publicación especial No. 12. Campo Experimental delicias. INIFAP. Delicias, Chih., México. Pp. 6.

- Orozco H. G., F. Báez I. y M. Lujan F. 2009. Nuevas variedades de chile jalapeño para el estado de Chihuahua. Publicación especial No. 27. Campo Experimental Delicias INIFAP. Delicias, Chih., México. Pp. 4-9.
- Sánchez S. R. 2000. Main irrigation systems environmental impact studies problems. Congreso internacional de transferencia de tecnología de sistemas de riego. Mazatlán, Sinaloa. México. P. 277-366.
- SIAP-SAGARPA.2012. Cierre de la producción agrícola. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)



## **RENTABILIDAD DE GENOTIPOS DE FRIJOL CON DIFERENTES MÉTODOS DE SIEMBRA EN AGUASCALIENTES**

**Mercedes Borja Bravo\*, Esteban Salvador Osuna Ceja\*,  
Sergio Arellano Arciniega\*, Luis Reyes Muro\***

\*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: [borja.mercedes@inifap.gob.mx](mailto:borja.mercedes@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

En México, el frijol es un producto estratégico por la importancia que tiene en la alimentación de los mexicanos, como tradición productiva y generador de empleos en el sector agrícola. En el país, se producen al año un millón de t de frijol, en una superficie de 1.7 millones de ha (SIACON-SIAP, 2012), de las cuales el 85% se ubican en zonas semiáridas con régimen de temporal y periodos de sequía lo que provoca rendimientos bajos (Acosta *et al.*, 2003). Dichas condiciones, han llevado a los investigadores a desarrollar estrategias genéticas y de manejo agronómico del cultivo que buscan estabilizar las diferencias entre cultivares e incrementar el rendimiento bajo restricciones de humedad. En 2012, el Campo Experimental Pabellón del INIFAP de Aguascalientes evaluó el rendimiento de grano de diez genotipos de frijol de diferente desarrollo, bajo diferentes métodos de siembra y dos condiciones de humedad. Los resultados indicaron que existe un mayor rendimiento con el método de siembra en camas a seis hileras en temporal más riego como en temporal deficiente; así mismo, todos los genotipos evaluados mostraron un incremento en rendimiento (Osuna *et al.*, 2013). Si bien, incrementar el rendimiento es parte importante de la productividad del cultivo, existen otros factores como la rentabilidad que deben ser considerados para dar recomendaciones sobre las tecnologías más idóneas que contribuyan a mejorar los beneficios de los productores. El objetivo del trabajo fue evaluar la rentabilidad de los diez genotipos evaluados por el Campo Experimental Pabellón, en 2012, bajo diferentes métodos de siembra: hilera sencilla, triple hilera y seis hileras en condición de temporal más riego suplementario, con la finalidad de determinar las variedades que mejor contribuyan a la obtención de mayores ingresos para los productores de frijol.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en el verano 2012, en el Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes, localizado a 22° 11' latitud norte y 102° 20' longitud norte a 1 912 msnm. El clima predominante es semidesértico con lluvias en verano de 200 a 250 mm durante el ciclo del cultivo (Osuna *et*

al., 2013). Se evaluaron agronómicamente diez genotipos de frijol los cuales fueron: Pinto Centauro, Pinto Libertad, Pinto Centenario, Pinto Saltillo, Pinto Bravo, Pinto Coloso, Flor de Mayo Bajío, Flor de Mayo Dolores, Flor de Mayo Eugenia y Azufrado 2. Los métodos de siembra utilizados fueron: 1) surcos de 0.76 m en hilera sencilla y una densidad de 90 mil plantas ha<sup>-1</sup>; 2) camas de 1.52 m con tres hileras con una densidad de 145 mil plantas ha<sup>-1</sup>; y 3) camas de 1.52 m con seis hileras con densidad de 260 mil plantas ha<sup>-1</sup>. El trabajo se realizó bajo temporal más riego suplementario.

Se estimaron los costos de producción los cuales fueron registrados durante el proceso de establecimiento y desarrollo del cultivo; se consideraron: a) Costos directos como renta de la maquinaria, labores manuales e insumos agrícolas; y b) Costos Indirectos como gastos generales, gasto en herramientas y el costo de oportunidad del dinero. El ingreso total se estimó con los rendimientos expresados por Osuna *et al.* (2013); los valores se indican en el Cuadro 1, el precio medio rural de frijol en Aguascalientes fue obtenido de SIACON-SIAP (2012).

Cuadro 1. Rendimiento de diez genotipos de frijol bajo temporal más riego suplementario y con diferente método de siembra en Aguascalientes, México. 2012.

Variedad	Rendimiento por método de siembra		
	Una hilera	Triple hilera	Seis hileras
	kg ha <sup>-1</sup>		
Pinto Saltillo	1.99	2.65	3.18
Pinto Centenario	1.73	2.62	3.3
Pinto Centauro	1.86	2.46	3.8
Pinto Bravo	1.82	2.32	2.68
Pinto Coloso	1.8	2.25	2.53
Pinto Libertad	1.82	2.41	3.73
Flor de Mayo Bajío	2.03	2.46	2.53
Flor de Mayo Eugenia	1.46	1.55	2.65
Flor de Mayo Dolores	1.44	1.72	2.3
Azufrado 2	1.21	1.39	2.67

Fuente: Datos obtenidos de Osuna *et al.* (2013).

Para la estimación de la rentabilidad se emplearon las siguientes expresiones algebraicas, basadas en la teoría económica (Krugman y Well, 2006; Samuelson y Nordhaus, 2009 y Ayala *et al.*, 2014):

$$CT = PxX$$

Donde  $CT$  es el costo total (\$ ha<sup>-1</sup>);  $Px$  es el precio del insumo o actividad y  $X$  es la actividad o insumo.

$$IT = PyY$$

Donde  $IT$  es el ingreso total ( $\$ \text{ ha}^{-1}$ );  $P_y$  es el precio del producto o cultivo ( $\text{t ha}^{-1}$ ) y  $Y$  es el rendimiento del cultivo ( $\text{t ha}^{-1}$ ). La utilidad bruta es la diferencia entre los ingresos totales y los costos de producción.

$$\text{Utilidad Bruta} = IT - CT$$

Finalmente, se calculó el factor de rentabilidad (Ayala *et al.*, 2014):

$$\text{Factor de rentabilidad} = \frac{\text{Ingreso total}}{\text{Costos de producción}}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los costos de producción fueron igual para los diez genotipos pero existen diferencias en los sistemas de producción debido a la cantidad de semilla que se ocupa en cada uno de los métodos de siembra (Cuadro 2). En los tres métodos, sin considerar el costo de la semilla, el mayor gasto se atribuyó a labores manuales (pago de mano jornales), seguido de los insumos agrícolas (fertilizantes, biofertilizantes, costo del agua de riego, fertilización foliar e insecticidas). En menor proporción están los gastos en reposición de herramientas (azadones) y gastos generales que contemplo el gasto del traslado de los insumos a la parcela. La inversión en la compra de semilla es alto en el sistema seis hileras, lo cual incrementa en 16.7% los costos comparado con hilera sencilla.

Cuadro 2. Costos de producción de una hectárea de frijol bajo diferentes métodos de siembra en temporal más riego suplementario, 2012 ( $\$ \text{ ha}^{-1}$ ).

Concepto	Método de siembra		
	Una hilera	Tres hileras	Seis hileras
	$\$ \text{ ha}^{-1}$		
Costos directos			
Renta de la maquinaria	1,600	1,600	1,600
Labores manuales	3,600	3,600	3,600
Insumos agrícolas	1,650	1,650	1,650
Costo de la semilla	1,225	2,031	2,625
Costos Indirectos			
Gastos generales	123	123	123
herramientas	200	200	200
Costo de oportunidad del dinero	340	372	396
<b>Costos de producción</b>	<b>8,738</b>	<b>9,576</b>	<b>10,194</b>

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en campo.

En el Cuadro 3 se muestran los ingresos totales obtenidos por la producción de frijol considerando un precio de venta de  $\$14,666 \text{ t}$  para los pintos,  $\$10,994 \text{ t}$  para flor de mayo y

\$11,570 para el azufrado (SIACON-SIAP, 2012). En el Cuadro 4 se muestra la utilidad bruta por variedad y método de siembra de frijol. De manera general, la mayor utilidad bruta se obtuvo de las variedades de pintos Centauro, Libertad, Centenario y Saltillo sembrados a seis hileras. La utilidad bruta de cada variedad está relacionada con el rendimiento obtenido de cada genotipo.

Cuadro 3. Ingresos totales por hectárea para diferentes variedades de frijol y método de siembra, 2012.

Variedad	Ingreso total (\$ha <sup>-1</sup> ) por método de siembra		
	Una hilera	Triple hilera	Seis hileras
Pinto Saltillo	29,185	38,865	46,638
Pinto Centenario	25,372	38,425	48,398
Pinto Centauro	27,279	36,078	55,731
Pinto Bravo	26,692	34,025	39,305
Pinto Coloso	26,399	32,999	37,105
Pinto Libertad	26,692	35,345	54,704
Flor de Mayo Bajío	29,772	36,078	37,105
Flor de Mayo Eugenia	21,412	22,732	38,865
Flor de Mayo Dolores	21,119	25,226	33,732
Azufrado 2	17,746	20,386	39,158

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en campo.

Cuadro 4. Utilidad bruta y factor de rentabilidad por variedad y método de siembra.

Variedades	Utilidad bruta (\$ha <sup>-1</sup> )			Factor de rentabilidad		
	Una hilera	Triple hilera	Seis hileras	Una hilera	Triple hilera	Seis hileras
Pinto Saltillo	20,447	29,289	36,444	3.3	4.1	4.6
Pinto Centenario	16,634	28,849	38,204	2.9	4.0	4.7
Pinto Centauro	18,541	26,502	45,537	3.1	3.8	5.5
Pinto Bravo	17,954	24,449	29,111	3.1	3.6	3.9
Pinto Coloso	17,661	23,423	26,911	3.0	3.4	3.6
Pinto Libertad	17,954	25,769	44,510	3.1	3.7	5.4
Flor de Mayo Bajío	21,034	26,502	26,911	3.4	3.8	3.6
Flor de Mayo Eugenia	12,674	13,156	28,671	2.5	2.4	3.8
Flor de Mayo Dolores	12,381	15,650	23,538	2.4	2.6	3.3
Azufrado 2	9,008	10,810	28,964	2.0	2.1	3.8

Fuente: Elaboración propia.

Los diez genotipos de frijol evaluados mostraron ser rentables al obtener un factor de rentabilidad mayor a uno en los tres diferentes métodos de siembra bajo temporal más riego suplementario, lo que indica que se recupera la inversión y se obtiene un margen de ganancia adicional (Terrones y Sánchez, 2011). Al analizar el factor de rentabilidad se observó que a hilera sencilla las variedades Flor de Mayo Bajío y Pinto Saltillo fueron los que obtuvieron mejor

utilidad neta, donde por cada peso invertido en la producción se obtuvo \$2.4 y \$2.3 de ganancia (Figura 1). En la siembra a triple hilera las variedades con mayor rentabilidad fueron el Pinto Saltillo, Pinto Centenario, Pinto Centauro, Flor de Mayo Bajío y Pinto Libertad; y en la siembra a seis hileras el Pinto Centauro, Pinto Libertad, Pinto Centenario y Pinto Saltillo. Por lo anterior, dichas variedades son la mejor opción de inversión, la cual no depende del rendimiento físico del cultivo, sino del margen de ganancia que se obtiene del ingreso total menos el costo total de producción (Islas e Islas, 2001).

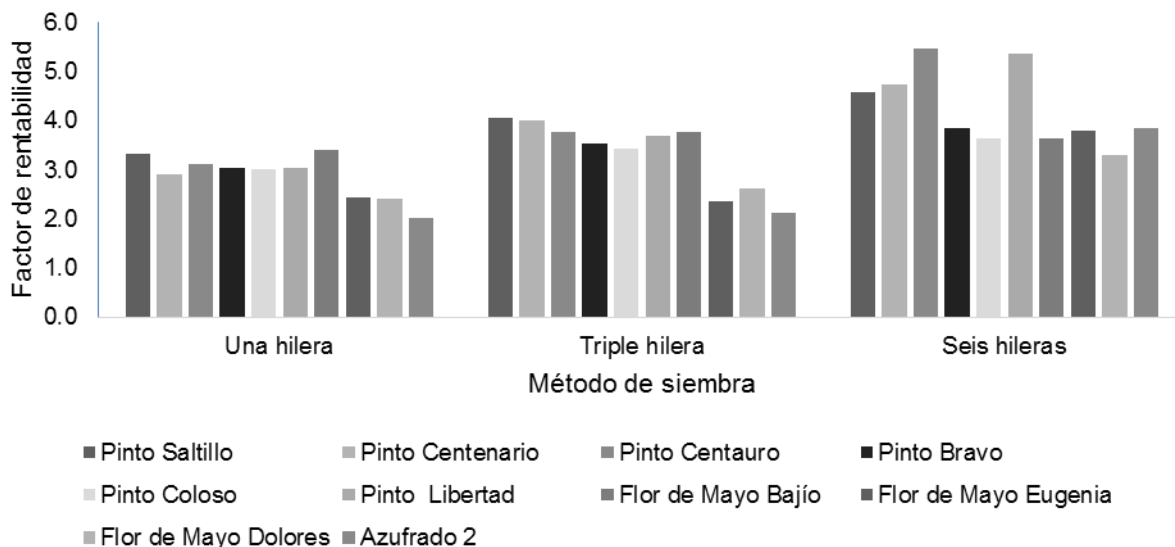


Figura 1. Factor de rentabilidad de diez variedades de frijol con métodos de siembra diferentes. Fuente: Elaboración propia.

De manera general, los diez genotipos de frijol representan una alternativa rentable para los productores, ya que todas las variedades permiten recuperar más del 100% de lo invertido inicialmente.

### CONCLUSIONES

Los indicadores de rentabilidad confirman que los diez genotipos evaluados son una alternativa de inversión rentable en cualquiera de los tres métodos de siembra bajo la modalidad de temporal más riego suplementario. Por lo anterior, representan una oportunidad para los productores que deseen diversificar las variedades criollas de frijol que se cultivan actualmente en Aguascalientes.

La variedad que proporcionó un mejor rendimiento y mayor rentabilidad sembrado a tres y seis hileras fueron el Pinto Saltillo, Pinto Centenario, Pinto Centauro, Flor de Mayo Bajío y Pinto Libertad; mientras que el Pinto Saltillo y Flor de Mayo Bajío fueron los de mayor respuesta en rendimiento y rentabilidad a hilera sencilla.

### BIBLIOGRAFÍA

- Acosta D., E.; Amador R., M. D. y Acosta G., J. A. 2003. Abcisión de estructuras reproductoras en frijol común bajo condiciones de secano. *Agric. Téc. Méx.* 29(2):155-168.
- Ayala, G. A. V.; Rivas, V. P.; Cortes, E. L.; De la O, O. M.; Escobedo, L. D. y Espitia, R. E. 2014. La rentabilidad del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México. *Cienciaergo-sum.* 21(1):47-54.
- Islas G., J. e Islas G., F. 2001. Rentabilidad de los cultivos de amaranto y maíz para grano en la zona Central de México. *Agric. Téc. Méx.* 27(2):143-151.
- Krugman, P. R. y Wells, R. 2006. Introducción a la economía: microeconomía. Barcelona, España: Reverte.
- Osuna C., E. S.; Reyes M., L.; Padilla R., J. S.; Rosales S., R.; Martínez G., M. A; Acosta G., J. A. y Figueroa S., B. 2013. Rendimiento de genotipos de frijol con diferentes métodos de siembra y riego-sequía en Aguascalientes. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 4(8):1209-1221.
- Samuelson, P. A. y Nordhaus, W. D. 2009. *Economía* 19. Ed. McGraw-Hill. Madrid.
- SIACON-SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria de consulta- Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. SIACON, 2012. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado en Agosto de 2014.
- Terrones, C. A. y Sánchez, T. Y. 2011. Análisis de la rentabilidad económica de la producción de jitomate bajo invernadero Enacaxochitlan, Hidalgo. *Revista Mexicana de Agronegocios.* 15(29):752-761.

## RENTABILIDAD DE FRIJOL DE TEMPORAL CON TECNOLOGÍA TRADICIONAL Y RECOMENDADA

**Sergio Arellano Arciniega<sup>1</sup>, Mercedes Borja Bravo<sup>1</sup>, Esteban Salvador Osuna Ceja<sup>1</sup>, Luis Reyes Muro<sup>1</sup>, Carlos Rojas Santillán<sup>1</sup>, Ernesto Martínez Reyes<sup>1</sup>**

\*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: [arellano.sergio@inifap.gob.mx](mailto:arellano.sergio@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al igual que el maíz, representa una tradición cultural, productiva y de consumo, cumpliendo diversas funciones alimentarias y socioeconómicas que le han permitido trascender hasta la actualidad (Celis-Velázquez *et al.*, 2010; Aguilar-Benítez *et al.*, 2012). El cultivo de frijol en Aguascalientes cubre una superficie promedio de 7,600 ha, que representan el 8% de la superficie agrícola estatal. La variación entre la superficie sembrada y cosechada indica la presencia de siniestros de diferente índole (sequías, granizadas e inundaciones, entre otras), que en el periodo de análisis afectan a más del 60% de la superficie en el estado (SIACON-SIAP, 2012). La producción de este cultivo es afectada por la sequía, ya que alrededor de 95% de la superficie sembrada en Aguascalientes se ubica en zonas semiáridas con régimen de temporal deficiente, periodos frecuentes de sequía intermitente o terminal (Acosta-Díaz *et al.*, 2003; Padilla *et al.*, 2011), suelos delgados y degradados, bajo contenido de materia orgánica y capacidad limitada para retener humedad. En consecuencia los rendimientos promedio obtenidos son inferiores a 300 kg ha<sup>-1</sup> (Osuna *et al.*, 2007; Osuna *et al.*, 2011).

Bajo este contexto, en la última década, el INIFAP a través del Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes ha desarrollado un paquete tecnológico para la producción de frijol de temporal bajo un enfoque de agricultura de conservación. El paquete comprende una serie de componentes tecnológicos y fórmulas integrales para mejorar el sistema de cultivo de frijol en las zonas de temporal del estado para incrementar su productividad y al mismo tiempo conservar los recursos. Esta nueva forma de cultivar incluye prácticas de conservación de suelo y captación de agua *in situ*, que permiten el máximo aprovechamiento de la humedad de las lluvias y el mejoramiento de la calidad de los suelos, fertilización foliar, la siembra en cama a triple hilera y el control oportuno de plagas y malezas, asegurándose así una condición más favorable para el uso de las variedades mejor adaptadas a temporales erráticos y deficientes, las cuales podrían ser más rentables y con menos riesgos de producción y mejorar las

ganancias de los productores en los años de buen temporal o al menos mantener un rendimiento y una ganancia mínima en los años de mal temporal (Osuna *et al.*, 2011).

Según estimaciones realizadas por Osuna *et al.* (2011), con la aplicación de la tecnología se logra incrementar el rendimiento de frijol entre 40 y 45% comparado con el sistema tradicional de siembra realizado por los productores de El Llano Aguascalientes; dichos resultados agronómicos constatan las ventajas de la tecnología; sin embargo, no se tiene conocimiento sobre la factibilidad económica de la tecnología. Es así como, el objetivo central del trabajo fue determinar la rentabilidad del cultivo de frijol utilizando como sistema de producción lo recomendado en el paquete tecnológico y comparándolo con el sistema tradicional que realiza el productor.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el verano 2011 y 2012 se establecieron dos ensayos con frijol de temporal en el sitio experimental Sandoval, municipio de El Llano, Ags., México. El sitio se ubica a 22° 11' de latitud Norte y 102° 20' de longitud Oeste, a una altitud de 2045msnm, El clima predominante es semidesértico con lluvias en verano (200 a 250 mm en el ciclo de cultivo), la temperatura media anual es de 16.2°C, la media anual máxima es de 20°C y la mínima es de 7.1°C (Medina *et al.*, 2006). El ciclo del cultivo fue de 110 días (junio-septiembre); el suelo es de tipo Planosol, de textura franco arenosa con pH ligeramente ácido de 6.4 y con menos de 1% de materia orgánica.

Las tecnologías comparadas consideraron los siguientes componentes tecnológicos y fórmulas integrales (Cuadro 1). El sistema tradicional se estableció en hileras sencillas separadas a 76 cm; mientras que el paquete INIFAP consideró: prácticas de labranza vertical, captación de agua lluvia *in situ*, la siembra en camas a tres hileras a una distancia de 40 cm entre líneas y fertilización foliar, la diferencia entre ambas tecnologías fue que la mejorada consideró una mayor densidad de plantas que la tradicional. Para la determinación del rendimiento, dentro de cada unidad de producción se tomaron al azar cinco muestras de 2 m de ancho por 2 m de longitud.

Para la estimación de los costos de producción se consideraron los costos directos que incluyen las labores manuales, labores mecanizadas y los costos derivados de los insumos agrícola (semilla, agroquímicos y abono orgánico); en los costos indirectos se contabilizó el mantenimiento de la inversión del capital, gastos generales como el acarreo de la cosecha y traslado a la parcela, depreciación de la maquinaria y el costo de oportunidad del capital (Ayala *et al.*, 2014 y Swenson y Haugen, 2013). Para estimar el ingreso total por hectárea se utilizó el



precio de venta del frijol reportado por SIACON (SIACON-SIAP, 2012) y el promedio del rendimiento obtenido en cada una de las tecnologías evaluadas.

Cuadro 1. Paquetes tecnológicos utilizados en el establecimiento de las parcelas.

Componente	Sistema tradicional del productor	Paquete tecnológico INIFAP
Semilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinto Saltillo Comercial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinto Saltillo Certificada</li> </ul>
Preparación del Terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barbecho</li> <li>• Rastra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiarado</li> <li>• Rastra</li> </ul>
Siembra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hileras sencillas a 76 cm de distancia (90,000 plantas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cama de 1.60 m a tres hileras a 40 cm de distancia (140,000 plantas)</li> <li>• Paso de rodillo aqueel</li> </ul>
Escarda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escarda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escarda</li> <li>• Pileteo</li> </ul>
Fertilización foliar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosis 5.5-4.5-00 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (12 kg de urea + 6 kg de ácido fosfórico + 0.25 lt de adherente en 600 lt de agua por hectárea)</li> </ul>
Control de malezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deshierbe manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deshierbe manual</li> </ul>
Control de plagas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control químico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control químico</li> </ul>
Corte y desgrane	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• manual</li> </ul>

Para calcular la rentabilidad se emplearon las siguientes expresiones algebraicas, basadas en la teoría económica (Krugman y Well, 2006; Samuelson y Nordhaus, 2009 y Ayala *et al.*, 2014):

$$CT = PxX$$

Donde  $CT$  es el costo total (\$ ha<sup>-1</sup>);  $Px$  es el precio del insumo o actividad y  $X$  es la actividad o insumo.

En la estimación del ingreso total se calculó mediante la siguiente expresión:

$$IT = PyY$$

Donde  $IT$  es el ingreso total (\$ ha<sup>-1</sup>);  $Py$  es el precio del producto o cultivo (t ha<sup>-1</sup>) y  $Y$  es el rendimiento del cultivo (t ha<sup>-1</sup>). La utilidad bruta es la diferencia entre los ingresos totales y los costos de producción.

$$Utilidad Bruta = IT - CT$$

Para determinar la rentabilidad económica se calculó la relación B/C. Este indicador de rentabilidad indica cuales son los beneficios obtenidos por cada peso invertido en la producción. La relación B/C se calcula con la siguiente expresión (Terrones y Sánchez, 2011):

$$Relación B/C = \frac{IT}{CT}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos para el análisis económico de ambas tecnologías en estudio. Los resultados reflejan que con la tecnología INIFAP la inversión en la producción fue 30% mayor que con la tecnología tradicional, esta diferencia se debe al incremento de semilla, control de plagas y la fertilización foliar, las cuales son prácticas que generalmente un productor no realiza porque implica un mayor costo y el riesgo de pérdida es alto por la sequía intermitente e impredecible que implica una amenaza constante para los agricultores. Sin embargo, el rendimiento es mayor, lo que da un beneficio neto parcial mayor en esta tecnología mejorada.

En los ciclos PV 2011 y 2012, se registró un rendimiento promedio de 652 kg ha<sup>-1</sup> y 322 kg ha<sup>-1</sup> con la tecnología INIFAP y tradicional, respectivamente. Cabe mencionar que estos años se caracterizaron por una condición de sequía extrema (Giner *et al.*, 2011). De acuerdo con INIFAP la precipitación pluvial promedio en el Llano fue de 239 mm y 328 mm en 2011 y 2012, respectivamente, lo que representó solo el 63% del promedio anual de lluvia en la región. Este factor fue una limitante en el rendimiento de frijol (Herrera *et al.*, 2012). El precio promedio de venta entre los dos años fue de \$15,000 t. Durante estos años el precio medio rural fue alto debido a la escasez del grano como consecuencia de la baja producción y disponibilidad en el mercado.

Cuadro 1. Costos de producción de las tecnologías para frijol de temporal, 2011-2012.

Tecnología INIFAP	Costo (\$ha <sup>-1</sup> )	Tecnología tradicional	Costo (\$ha <sup>-1</sup> )
<i>Costos directos</i>		<i>Costos directos</i>	
Labores mecanizadas		Labores mecanizadas	
Multiarado	167	Barbecho	227
Rastreo	155	Rastreo	155
Siembra + Rodillo Aquel	144	Siembra	144
Escarda + Pileteo	144	Labores manuales	
Labores manuales		Deshierbe	320
Deshierbe	0	Cosecha	800
Aplicación de herbicidas	150	Desgrane (trilla)	750
Aplicación de plaguicidas	150	Limpieza y encostalado	450
Aplicación de fertilización foliar	150	Insumos agrícolas	
Cosecha	800	Semilla	455
Desgrane (trilla)	750	<i>Costos indirectos</i>	
Limpieza y encostalado	450	Mantenimiento de la inversión del capital	780
Insumos agrícolas		Depreciación de la maquinaria	119
Semilla	675	Gastos generales	788

Insecticidas	240	Costo de oportunidad	201
Herbicidas	500	Costos totales	5,189
Fertilización foliar	256		
<i>Costos indirectos</i>			
Mantenimiento de la inversión del capital	780		
Depreciación de la maquinaria	119		
Gastos generales	788		
Costo de oportunidad	310		
Costos totales	6,727		

Fuente: Elaborado con información de campo.

En el Cuadro 2 se muestra la inversión y utilidad tomando en consideración rendimiento, precio de venta del frijol por ha, utilidad bruta y la relación B/C. Bajo estas condiciones la menor utilidad se explica por los bajos rendimientos. De acuerdo con los resultados, la relación B/C fue de 1.5 para la tecnología INIFAP lo que indica que por cada peso invertido en la producción se obtuvo 50 centavos de utilidad neta, mientras que con la tecnología tradicional la relación B/C fue 0.9, lo que indica que no se recuperó el capital invertido y existió una pérdida de \$359 en la siembra.

Cuadro 2. Inversión y utilidad de una hectárea de frijol en dos sistemas de producción.

Concepto	Tecnología	
	INIFAP	Tradicional
Costo de producción (\$ha <sup>-1</sup> )	6,727	5,189
Rendimiento (tha <sup>-1</sup> )	0.652	0.322
Precio de venta (\$t <sup>-1</sup> )	15,000	15,000
Costo de producción por t (\$t <sup>-1</sup> )	10,317	16,114
Ingreso total (\$ha <sup>-1</sup> )	9,780	4,830
Utilidad por tonelada (\$t <sup>-1</sup> )	4,683	-1,114
Utilidad bruta (\$ha <sup>-1</sup> )	3,053	-359
Relación B/C	1.5	0.9

### CONCLUSIONES

En términos generales, se puede concluir que la producción del frijol bajo la tecnología mejorada INIFAP, es más rentable que la tecnología tradicional, pero se debe tener especial atención en las prácticas de manejo agronómico, con el fin de lograr rendimientos iguales o superiores e incrementar aún más, el ingreso neto de los productores y fomentar la conservación de suelo y agua.

La tecnología INIFAP representa una alternativa en la zona de temporal de Aguascalientes, para mejorar el sistema de producción de frijol, reducir los escurrimientos superficiales y la erosión de los suelos en las zonas frijoleras de la región.

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Acosta-Díaz, E., M.D. Amador-Ramírez, y J.A. Acosta-Gallegos. 2003. Abscisión de estructuras reproductoras en frijol común bajo condiciones de secano. *Agric. Téc. Méx.* 29 (2) 155-168.
- Aguilar-Benítez, G.; Peña-Valdivia, C. B.; García-Nava, R. J.; Ramírez-Vallejo, P.; Gerardo Benedicto-Valdés, S. y Molina-Galán, J. D. 2012. Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. *Agrociencia* 46:37-52.
- Ayala, G. A. V.; Rivas, V. P.; Cortes, E. L.; De la O, O. M.; Escobedo, L. D. y Espitia, R. E. 2014. La rentabilidad del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México. *Cienciaergo-sum.* 21(1):47-54.
- Herrera F., T. S.; Ortiz C., J.; Delgado A., A. y Acosta G., J. A. 2012. Crecimiento de prolina y carbohidratos de plántulas de frijol sometidas a estrés por sequía. *Rev. Mex. Cienc. Agr.* 3(4):713-725.
- Giner, R. A.; Fierro, L. C. y Negrete, L. F. 2011. Análisis de la problemática de la sequía 2011-2012 y sus efectos en la ganadería y la agricultura de temporal. Comisión Nacional de Zonas Áridas. Disponible en: <http://www.conaza.gob.mx/transparencia/Documents/Publicaciones/boletin5.pdf>. Consultado en agosto de 2014.
- Krugman, P. R. y Wells, R. 2006. Introducción a la economía: microeconomía. Barcelona, España: Reverte.
- Osuna-Ceja, E.S. L. Reyes-Muro, J.S. Padilla-Ramírez y M.A. Martínez-Gamiño. 2012. Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal. *Rev. Mex. De Cienc. Agr.* 3(7):1389-1400.
- 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.
- Padilla R.J.S., E.S. Osuna C., M.A. Martínez G. y J.A. Acosta G. 2011. Rendimiento de grano de frijol bajo temporal y riego en dos fechas de siembra. In: Memoria del XI Simposio Internacional y VI Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. San Luís Potosí. SLP. Pp 1-6.
- Samuelson, P. A. y Nordhaus, W. D. 2009. Economía 19. Ed. McGraw-Hill. Madrid.
- SIACON-SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Módulo Agrícola del SIACON.
- Swenson, A. y Haugen, R. 2013. Projected 2014 crop budgets. North West, North Dakota. Disponible en: <http://www.ag.ndsu.edu/ndsuag/>.
- Terrones, C. A. y Sánchez, T. Y. 2011. Análisis de la rentabilidad económica de la producción de jitomate bajo invernadero Enacaxochitlan, Hidalgo. *Revista Mexicana de Agronegocios.* 15(29):752-761

## **POTENCIAL FORRAJERO DE VARIEDADES DE SOYA CON DIFERENTE CICLO DE CRECIMIENTO Y TIPO DE PLANTA DURANTE EL CICLO PRIMAVERA-VERANO EN DELICIAS, CHIH.**

**Gamaliel Orozco Hernández<sup>1</sup>, David G. Reta Sánchez<sup>2</sup>, Francisco Báez Iracheta<sup>1</sup> y Guadalupe Terrazas Prieto<sup>1</sup>.**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, <sup>1</sup>Campo Experimental Delicias Km. 2 carretera Delicias-Rosales Delicias, Chih. C.P. 33000 y <sup>2</sup>Campo Experimental La Laguna. orozco.gamaliel@inifap.gob.mx

### **INTRODUCCIÓN**

En México alrededor del 50% de la producción de leche se produce bajo el sistema intensivo como lo es en las cuencas de Delicias, Chih., La Laguna, Aguascalientes y Querétaro. Los sistemas de producción de leche dependen del suministro de concentrados comerciales en cuya elaboración se utilizan materias primas de alto costo, la alimentación representa la mayor inversión dentro de los costos de producción de leche representando entre el 76 a 79% de estos costos (Reta *et al.*, 2008).

Los nuevos cultivos permiten la diversificación de los sistemas de producción con la consiguiente ventaja de permitir un mayor ingreso a los productores, reducir el riesgo de daño por plagas y enfermedades, expansión de mercados, decrecimiento de importaciones, mejoramiento de la dieta de humanos y animales, y las creación de nuevas industrias basadas en nuevos productos (Janick *et al.*, 1996, citado por Reta *et al.*, 2008).

El forraje de soya es una alternativa para reducir los costos de producción, es una opción de alta calidad nutricional comparable a la alfalfa ya que puede aportar entre 1200 y 2000 kg de proteína cruda (PC), además tiene bajas cantidades (41%) de fibra detergente neutro (FDN) y de fibra detergente ácido (FDA) (36%), provee una concentración de energía neta de lactancia (ENL) de 1.58 Mcal kg<sup>-1</sup> de materia seca. Estas características ponderan al forraje de soya con buena calidad para cubrir los requerimientos de energía y PC del ganado lechero (Tobías *et al.*, 2004; Arias *et al.*, 2011; citados por Arias *et al.*, 2012).

Con el uso de heno de soya es posible reducir un kg de concentrado comercial y disminuir un 10.5% el costo de alimentación por kg de leche, si se compara con la dieta tradicional a base de rastrojo de maíz (Reta *et al.*, 2008). Para los productores de leche el uso de soya forrajera es atractivo debido a los bajos costos de producción, a los beneficios de la rotación de cultivos y a la posibilidad de sustituir algunas compras de suplementos de proteína por forraje producido en casa (Brown, 1999; Rotz *et al.*, 2001).

El objetivo de esta investigación fue probar variedades de soya para grano con diferentes grados de madurez para determinar su potencial para ser cultivadas con éxito como cultivo forrajero.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se estableció el 27 de mayo en el Campo Experimental de Delicias, Chih, se evaluaron 12 variedades de soya para grano de dos zonas productoras: Sinaloa-Chihuahua (Cajeme (testigo); Hutchison (testigo); Harbar-88; Suaqui-86; Nainari; Balbuena S-94; y Guayparime S-10) y Tamaulipas (Tamesí; Huasteca 100; Huasteca 200; Huasteca 300; Huasteca 400).

La siembra se realizó en húmedo, con una densidad de siembra entre 400 y 500 mil semillas ha<sup>-1</sup>. Se aplicó una fertilización química en dosis total de 250 kg de N ha<sup>-1</sup> y 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. El total de fósforo se aplicó en la siembra junto con el 25% del nitrógeno; el resto se aplicó en el primer (50%) y segundo (25%) riego de auxilio. Durante el ciclo de crecimiento (110 días después de la siembra) se aplicaron cinco riegos de auxilio. Para mantener el cultivo libre de malas hierbas se dieron dos cultivos y tres deshierbes. Se presentó clorosis férrica para corregirla se aplicó quelato EDDHA al suelo (17 y 35 días después de la siembra) en dosis de 12 kg ha<sup>-1</sup>.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales consistieron en cuatro surcos a 0.80 m y 5 m de longitud y la parcela útil los dos surcos centrales de 4.5 m de longitud (7.2 m<sup>2</sup>). Se determinó el rendimiento de materia seca (MS), la distribución de la MS a los órganos del vástago, índice de área foliar, la altura de planta y el número de vainas por m<sup>2</sup>. La cosecha se realizó el 14 de septiembre cuando la variedad testigo Cajeme llegó a la etapa de R7.

Al final los datos se sometieron a un ANOVA (SAS®, 2001) de acuerdo al diseño experimental de bloques al azar y las medias se compararon por Tukey con un alfa de 0.05.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis estadístico indica diferencias altamente significativas en las variables evaluadas (Cuadro 1). Analizando el rendimiento de MS, en el primer grupo de significancia se ubican nueve variedades con rendimientos arriba de las 10 t ha<sup>-1</sup>: Guayparime S-10, Balbuena S-94, Cajeme, H-300, Nainari, Harbar-88, Tamesí, Suaqui-86 y H-100. Únicamente la variedad Guayparime S-10 supera con 500 kg en rendimiento a la mejor variedad utilizada como testigo

que es Cajeme; la variedad Balbuena S-94 tuvo el mismo rendimiento de MS que Cajeme. Las variedades H-300, Tamesí y H-100 provenientes de Tamaulipas tuvieron rendimientos de 12.1, 10.9 y 10.5 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca y características agronómicas de 12 variedades de soya en la región de Delicias, Chihuahua. Ciclo P-V 2013.

VARIEDAD	Altura pl (cm)	IAF	Relac. H/T	Relac. H+V/T	Nº Vainas m <sup>-2</sup>	RDTO MS t ha <sup>-1</sup>
GUAYPARIME	121abcd	5.0abcd	0.447	1.171	1474ab	13.5a
S-10	114	4.6 bcd	0.485	1.132	1230 bc	13.0ab
BALBUENA S-94	cde	4.2 cd	0.479	1.933	2248a	13.0ab
CAJEME (T)	109	5.5abc	0.451	0.583	368 cd	12.1ab
H-300	de	3.5 d	0.497	1.901	1694ab	11.8ab
NAINARI	141a	4.3 cd	0.482	1.389	1168 bc	11.1ab
HARBAR-88	111 cde	5.7abc	0.517	0.535	0	10.9ab
TAMESÍ	114 cde	4.6abcd	0.467	1.286	d	10.7ab
SUAQUI-86	132abc	5.8abc	0.503	0.503	1132 bc	10.5ab
H-100	107 e	5.1abcd	0.614	1.713	0 d	9.9 b
HUTCHINSON	131abcd	6.5a	0.515	0.523	1490ab	9.7 b
H-200	98 e	6.3ab	0.437	0.437	0 d	9.5 b
H-400	118 bcde 138ab				0 d	
C.V. %	7.70	14.13			44.12	12.49
Pr>F	0.0001	0.0001			0.0001	0.0020

Las variedades más altas fueron H-300 (141 cm), H-400 (138 cm), Tamesí (132 cm) y H-100 (131 cm) son más tardías y provienen de la región productora del trópico húmedo en Tamaulipas. Las variedades de soya de Sinaloa y Chihuahua tienen menor altura de planta como: Guayparime S-10 (121 cm), Balbuena S-94 y Harbar-88 (114 cm), mientras que las de menor altura fueron Cajeme (109 cm), Suaqui-86 (107 cm) y Hutchinson (98 cm).

Cuadro 2. Comportamiento del ciclo de crecimiento de 12 variedades de soya en la región de Delicias, Chihuahua. Ciclo P-V 2013.

<i>VARIEDAD</i>	<i>22-jul</i> <i>56 DDS</i>	<i>29-jul</i> <i>63 DDS</i>	<i>12-ago</i> <i>77 DDS</i>	<i>20-ago</i> <i>85 DDS</i>	<i>14-sep</i> <i>110 DDS</i>
GUAYPARIME S-10	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>	<i>R6</i>
BALBUENA S-94	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>	<i>R5</i>
CAJEME (T)	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R5</i>	<i>R6</i>	<i>R7</i>
H-300	<i>B.V.<sup>1</sup></i>	<i>B. V.</i>	<i>R2</i>	<i>R2</i>	<i>R5</i>
NAINARI	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>	<i>R5</i>	<i>R7</i>
HARBAR-88	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>	<i>R5</i>	<i>R7</i>
TAMESI	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>R1</i>	<i>R4</i>
SUAQUI-86	<i>R1</i>	<i>R3</i>	<i>R4</i>	<i>R5</i>	<i>R7</i>
H-100	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>R2</i>
HUTCHINSON	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>R5</i>	<i>R6</i>	<i>R7</i>
H-200	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>R2</i>	<i>R4</i>
H-400	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>B. V.</i>	<i>R2</i>

<sup>1</sup> B. V.= Brotes vegetativos

El índice de área foliar (IAF) tuvo un comportamiento similar a la altura de planta (con excepción de H-200), las variedades con mayor IAF fueron H-200 (6.5), H-400 (6.3), H-100 (5.8), Tamesí (5.7) y H-300 (5.5), todas variedades del trópico húmedo; del otro grupo de variedades las que están en el primer grupo de significancia son: Hutchinson (5.1), Guayparime S-10 (5.0) y Suaqui-86 (4.6); el IAF más bajo fue de 3.5 con la variedad Nainari.

Las variedades con mayor relación hoja-tallo fueron Hutchinson, Tamesí, H-200 y H-100, sobresale Hutchinson por tener la más alta relación a pesar de su menor altura de planta y precocidad. Si sumamos al peso de la hoja las vainas, las variedades con mejor relación hoja más vaina-tallo son: Cajeme, Nainari, Hutchinson, Harbar-88, Suaqui-86, Guayparime S-10 y Balbuena S-94. Solo las variedades del trópico húmedo por su ciclo o grupo de madurez (VIII y IX) no llegaron a producir fruto: H-300 (0.583), Tamesí (0.535), H-200 (0.523), H-100 (0.503) y H-400 (0.437), como se observa en el Cuadro 1.

En el número de vainas por m<sup>2</sup> las variedades que llegaron a producir vainas llenas fueron: Guayparime S-10, Balbuena S-94, Cajeme, Nainari, Harbar-88, Suaqui-86 y Hutchinson (Cuadro 1). De los materiales del trópico húmedo H-300 produjo 368 vainas por m<sup>2</sup>, estadísticamente igual a las variedades Balbuena S-94, Harbar-88 y Suaqui-86.

En el cuadro 2 se muestran claramente las diferencias entre el comportamiento en el ciclo de crecimiento de las variedades del trópico húmedo grupos VIII y IX y las variedades de Sinaloa y Chihuahua grupos V y VI. Las variedades más tardías fueron H-100 y H-400 las cuales a corte a



los 110 días apenas estaban en floración, Tamesí y H-200 se encontraban en desarrollo de vaina y la variedad más adelantada en ciclo fue H-300 que se encontraba en inicio del llenado de grano. Este comportamiento contrasta fuertemente con el de las variedades grupo de madurez V y VI las cuales llegaron a floración entre los 55 y 63 días y a cosecha las variedades que estaban en madurez fisiológica (R7) fueron: (Cajeme, Nainari, Harbar-88, Suaqui-86 y Hutchinson). La variedad Hutchinson fue la más precoz ya que llegó a R7 a los 101 DDS nueve días antes del corte de los demás materiales.

En el porcentaje de materia seca de las variedades evaluadas también hubo diferencias. Las variedades procedentes de Tamaulipas tuvieron los más bajos porcentajes: H-400 (20.6), H-300 (21.0), Tamesí (22.0), H-200 (22.2) y H-100 (23.9). Mientras que las variedades de Sinaloa-Chihuahua tuvieron los más altos porcentajes: Cajeme (29.5), Nainari (29.0), Hutchinson (28.6), Guayparime S- 10 y Harbar-88 (27.6), Suaqui-86 (27.2) y Balbuena S-94 (25.6).

Si consideramos que las variedades provenientes del trópico húmedo grupo de maduración VIII y IX tiene un comportamiento en la región de Delicias, Chih., propio de una variedad de soya forrajera, estos resultados no concuerdan con lo reportado por Damosarkoro *et al.* (2001) y Altinok *et al.* (2004), donde las variedades de soya para forraje rindieron de 5 a 19% más que las variedades para grano. Sin embargo en cuanto a ciclo y altura de planta si hay coincidencias, ellos indican que las variedades forrajeras fueron más altas en un 37 a 69% que las de grano y que las variedades forrajeras iniciaron su crecimiento reproductivo de los 60 a 88 días mientras que las variedades de grano a los 55 días. En Delicias las variedades del trópico húmedo fueron más altas en un 20% que las variedades que produjeron grano y estas variedades llegaron a floración a los 55 días mientras que las del trópico húmedo alrededor de los 80 días.

Considerando las variedades de Tamaulipas las que tuvieron mayor rendimiento de materia seca fueron H-300, Tamesí y H-100 con 12.1, 10.9 y 10.5 t ha<sup>-1</sup>, estas tuvieron más alto rendimiento que Hintz *et al.* (1992) quienes reportan rendimientos máximos de 7.4 t ha<sup>-1</sup> cosechando en R6 o R7 mientras que en Delicias, Chih., estos rendimientos de MS se obtuvieron cortando en R5, R4 y R2 respectivamente. Los rendimientos de MS obtenidos por las variedades propias para Chihuahua superan a lo reportado por los autores consultados, ya que la máxima producción fue de 13.5 t ha<sup>-1</sup>; estos resultados coinciden con Sheaffer *et al.* (2001), quienes reportan que la soya de grano estuvo más madura al momento de corte y que tuvieron una mayor producción de vainas que las variedades forrajeras, también el promedio de madurez al corte de las variedades forrajeras fue de R3 a R5 mientras que las variedades para grano el promedio fue de R6 a R7. Sheaffer *et al.* (2001), tuvieron rendimientos de MS de 8.8 t

ha<sup>-1</sup> tanto para las variedades forrajeras como para las variedades de grano, los resultados del presente trabajo superan esas producciones ya que Guayparime S-10 rindió 13.5 t ha<sup>-1</sup>, también la mejor variedad del trópico húmedo H-300 rindió 12.1 t ha<sup>-1</sup>.

### CONCLUSIONES

Las variedades de soya para grano tienen potencial para ser utilizadas para la producción de forraje en el Norte de México.

Las variedades con más alto rendimiento de MS fueron Guayparime S-10, Balbuena S-94 y Cajeme.

Por su mayor densidad de vainas por m<sup>2</sup> destacan las variedades Cajeme, Nainari y Hutchinson.

### BIBLIOGRAFÍA

- Altinok, S.; Erdogdu, I. y Rajcan, I. 2004. Morphology, forage and seed yield of soybean cultivars of different maturity grown as a forage crop in Turkey. *Can. J. Plant Sci.* 84:181-186.
- Arias L. E.; Bonilla J. A.; Villareal J.H.; Núñez G.; Osuna E.S.; Martínez G.; González F. y Tovar M.R. 2012. Heno y ensilado de soya, alternativas forrajeras para vacas en lactación. In: *Vamos al Campo 2012. Memoria Técnica.* P. 17-26. Jalisco, México.
- Brown, C. 2009. Forage soybeans. In: *Agronomy guide for fields crops.* Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Ontario Canada. P. 56. (Publication 811).
- Darmosarkoro, W.; Harbur, M.M.; Buxton, D.R.; Moore, K.J.; Devine, T.E. y Anderson, I.C. 2001. Growth, development, and yield of soybean lines developed for forage. *Agron. J. (U.S.A.)* 93:1028-1034.
- Hintz, R.W.; Albretch, K.A. y Oplinger, E.S. 1992. Yield and quality of soybeans forage as affected by cultivar and management practices. *Agron. J. (U.S.A.)* 84:795-798.
- Reta S., D.G.; Serrato C., J.S.; Cueto W., J.A.; Berúmen P., S. y Santamaría C., J. 2008. Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la comarca lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coah., México. 264 p. (Libro técnico N° 3).
- Rotz, A.C.; Roth, W.G.; Soder, J.K. y Schnabel, R.R. 2001. Economic and environmental implications of soybean production and use on Pennsylvania dairy farms. *Agron. J. (U.S.A.)* 93:418-428.
- Sheaffer, C.C.; Orf, J.H.; Devine, T.E. y Jewett, J.G. 2001. Yield and quality of forage soybean. *Agron. J. (U.S.A.)* 93:99-106.

---

---

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DE LA ZONA INDÍGENA EN EL MUNICIPIO EL MEZQUITAL DURANGO.

Martínez PR,\* Reséndiz PF, Jara GLJ, Ibarra FJM, Núñez MOG

Agencia de Desarrollo Rural Canatlán Nuestra Tierra A. C. [ruthmar\\_1@hotmail.com](mailto:ruthmar_1@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas en las comunidades indígenas del municipio de Mezquital en el estado de Durango son de suma importancia para la alimentación de las familias ya que por las condiciones y características de las comunidades como las grandes distancias a la cabecera municipal, el difícil acceso a vías de comunicación, las condiciones de pobreza extrema entre otras, hacen que el acceso a los diferentes grupos de alimentos sea muy difícil, es por ello que se cuenta con algunos huertos familiares y pequeños invernaderos para la producción de hortalizas. Los predios o áreas parcelarias de la agricultura familiar indígena, se ubican en los rangos de tamaño más pequeños de la tenencia agrícola y también mayoritariamente en áreas con recursos naturales con menos potencial relativo (suelo y agua), (FAO, 2006).

Los sistemas de producción de cultivos hortícolas se clasifican de acuerdo a su propósito y nivel de tecnificación como son los huertos familiares, la producción para la venta y los invernaderos altamente tecnificados. En México se identifican tres estratos de agricultura familiar con potencial productivo: a) producen únicamente para su autoconsumo), b) destinan su producción para el autoconsumo y el mercado y c) destinan su producción a la venta (SAGARPA, 2012).

Para el ser humano y en particular para la comunidad indígena los vegetales representan una gran fuente de subsistencia nutritiva que le ayude a llevar una vida activa y sana, es por ello que los vegetales están presentes en el ser humano desde el punto de vista social, alimenticio y económico. Para el (CONEVAL, 2010), el Municipio del Mezquital está dentro de los altos índices de pobreza extrema, particularmente en la zona sierra donde está establecida la población indígena.

Desde el punto de vista económico y social, las hortalizas son de gran importancia en nuestro país, por ser una fuente de comida, de trabajo en todo su proceso de producción, por su gran demanda alimenticia y por su alto valor en el mercado. A través de la producción o productividad agrícola se tiene un impacto por mínimo que sea en las familias campesinas, en este caso la población indígena.

Los resultados del estudio sobre el sistema de producción hortícola en la zona indígena del Mezquital, Dgo. Posibilita conocer e interpretar los cambios en el sector hortícola. El objetivo de

este trabajo es la caracterización del sistema de producción empleando variables relacionadas con el tipo de producción y métodos, estructura familiar.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la caracterización descriptiva del sistema de producción de hortalizas en las comunidades indígenas del municipio el Mezquital, se tomaron en cuenta 36 localidades repartidas en dos microrregiones de 18 localidades cada una (microrregión Guajolota y microrregión Charcos), así como diversos factores, en primer lugar el padrón de beneficiarios del Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria (PESA), que es gestionado mediante la Secretaría de Agricultura, Pesca y Ganadería (SAGARPA), y la Agencia de Desarrollo Rural Canatlán Nuestra Tierra A.C. como actor principal. En base al estudio realizado en la zona indígena del Mezquital se identificaron variables como tipo de beneficiario (hombre/mujer), edad del mismo, número de integrantes de la familia y la producción estimada de hortalizas, mediante el vaciado de bitácoras de campo.

Se aplicaron encuestas a 399 UPF en las dos microrregiones atendidas por la ADR que incluyeron variables de producción que permitieran caracterizar el sistema. Con la información obtenida se construyó una base de datos que fue procesada por XISat, 2011, lo que permitió obtener comparación entre variables.

Para reforzar la información se utilizó el historial del trabajo realizado u sus resultados de las UPF de las dos microrregiones, dicha información resultante de talleres de visión regional y comunitaria, talleres de focalización y planeación, entrevistas con actores (proveedores, productores y comerciantes).

Para caracterizar las unidades de producción se trabajó en dos niveles:

- 1) Entrevistas a informantes como beneficiarios y/o productores, quienes brindaron una primera aproximación al conocimiento de las unidades productivas de la región.
- 2) Encuestas sobre la base de la muestra del total de unidades hortícolas de la zona indígena.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las Unidades de Producción Familiar (UPF) la componen todos los integrantes de la familia, cada uno de ellos interviene en las diferentes actividades que en el huerto se realizan dichas UPF son atendidas o representadas por hombres y mujeres con un promedio de 41 años en los hombres y 40 años en las mujeres, el total de UPF son 399 donde 42.85 % unidades de producción son atendidas por hombres y 57.14 % son atendidas o representadas por mujeres como se muestra en la Figura 1. Según la FAO, 2011, la mujer produce entre en 60 y el 80 %

---

de los alimentos. Además realizan la mayor parte del trabajo de procesamiento, transporte, almacenamiento y mercadeo de los productos agrícolas.

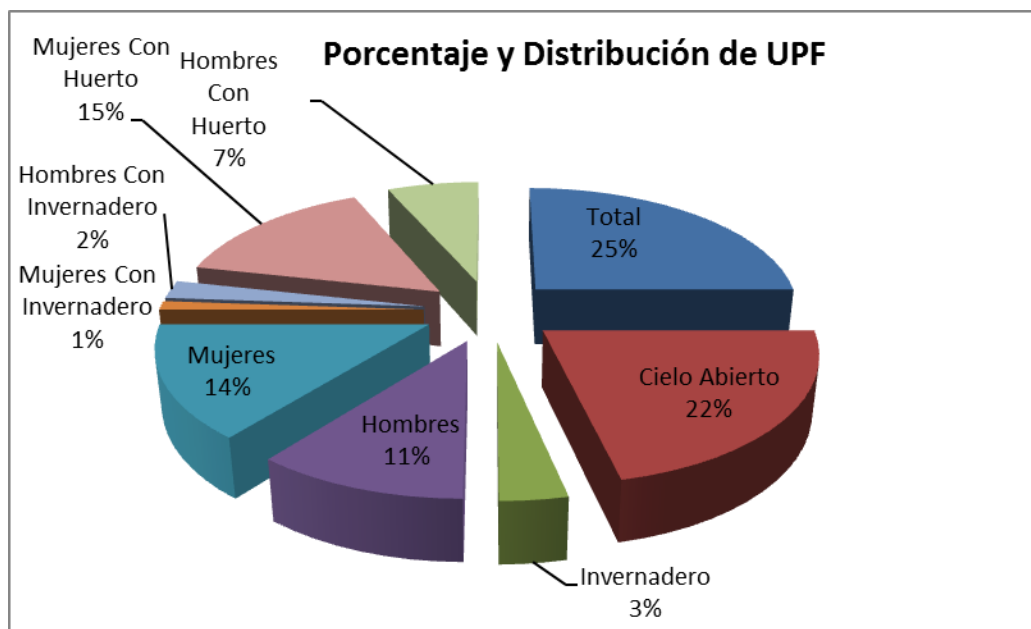


Figura 1. Muestra la distribución de la UPF con respecto al porcentaje de hombres y mujeres que las atienden.

Las UPF corresponden a huertos familiares de 60m<sup>2</sup> y pequeños invernaderos de 24m<sup>2</sup> todos ellos cercanos a las viviendas, donde son fácil de cuidar y cultivar, están protegidos por una malla de tela gallinera, donde se cultiva principalmente repollo, calabacita, cilantro, ejote, chícharo, cebolla, zanahoria, tomatillo y en menor cantidad lechuga, chile, acelga y coliflor.

El tipo de siembra que se utiliza es básicamente tradicional (barbecho y siembra de temporal) se utilizan semillas comerciales de las que ellos mismos producen y almacenan, el 80 % de la producción es destinada para el autoconsumo, cuando hay algún excedente de producción se lleva a cabo una especie de trueque entre los mismos habitantes de la comunidad intercambiando productos por dinero o por algún otro tipo de alimento por lo regular huevo de gallina, el grado de tecnificación empleado en la producción de hortalizas es labranza de la tierra y la implementación de sistema de riego por goteo (cintilla), el nivel de organización es simple unidad familiar ya que son pequeñas propiedades agrícolas(.5-1Ha), el ciclo agrícola más propicio para la siembra en las comunidades indígenas es el de primavera-verano cuando hay más disponibilidad de agua y las condiciones climáticas permiten el buen desarrollo de las plantas ya que en la temporada de otoño-invierno ocurren grandes variaciones en la

temperatura que en ocasiones termina con toda la producción, aun y cuando se cuenta con la cubierta de los pequeños invernaderos.

Las actividades que se realizan son las siguientes: barbecho o preparación del terreno, deshierbe, elaboración de camas, siembra, riego manual y por goteo a través de cintilla y cuidado de la siembra hasta su posterior cosecha, todo ello de acuerdo a experiencias propias y a la intervención de la ADR mediante capacitación, en dichas actividades intervienen todos los integrantes de las familias, notándose más la participación de las mujeres (amas de casa) y los niños de entre 8 a 12 años de edad, estos datos coinciden con lo plasmado por la FAO ( 2001), que menciona que a nivel mundial la mujer representa el 44 por ciento de los aproximadamente 1 300 millones de personas que constituyen la mano de obra agrícola de las regiones; en algunas áreas existe un porcentaje elevado de mujeres jefas de hogar.

En cuanto a la producción se tiene un promedio de 1.2 kg de hortalizas por metro cuadrado en cada ciclo de producción de las UPF, notándose un incremento en el ciclo primavera-verano cuando las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de la producción. Sagarpa (2010), menciona que en el estado de san Luis potosí, se están produciendo 188 kg de diversas hortalizas en una superficie de 50 m<sup>2</sup>, en un periodo anual.

### **CONCLUSIONES**

De acuerdo a lo analizado durante este estudio, al interpretar y comparar diversos tipos de datos e información recabada, se definió el sistema de producción familiar en las comunidades indígenas del municipio del Mezquital como un sistema tradicional, mejor conocido como huerto familiar con una mínima utilización de tecnologías, derivado a que la unidad de producción es a pequeña escala (traspatio) y limitada en base al recurso agua, donde el 80% de la producción es destinada al autoconsumo de las familias.

La utilización y/o implementación de los sistemas de producción de hortalizas, a cielo abierto o bajo cubierta tienen un papel preponderante en la mejora de la alimentación de las familias, de la zona indígena del mezquital.

Las UPF que son atendidas por mujeres resultan un tanto más productivas debido a que son las encargadas del hogar y están al cuidado de los niños y adultos mayores por lo que muestran mayor interés por la alimentación familiar, así como por actividades del traspatio según datos recabados en el estudio presente.

A partir del sistema de producción hortícola, se observa un aumento significativo de la presencia de productos (hortalizas), en las diferentes formas de producción, dada su mayor capacidad de adaptación y flexibilidad ante situaciones de cambio (producción tecnificada).

### **BIBLIOGRAFÍA**

- CONEVAL, 2012. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Informe de pobreza y evaluación en el estado de Durango 2012. (Consulta 13 agosto del 2014).
- CDI, 2009. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. [http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=609:tepehuanes-del-sur-odam&catid=54:monografias-de-los-pueblos-indigenas&Itemid=62](http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=609:tepehuanes-del-sur-odam&catid=54:monografias-de-los-pueblos-indigenas&Itemid=62)
- FAO, 2001. Sistema de producción agropecuaria y pobreza. Ed. Malcom hall. 480p. (Consulta 14 de Agosto del 2014)
- FAO, 2006. Caracterización de la agricultura familiar. 16p. (Consulta 15 de Agosto del 2014).
- FAO, 2011. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. (Consulta 18 de Agosto del 2014).
- RUANO, S. 1989. El Sondeo: Actualización de su metodología para caracterizar sistemas agropecuarios de producción. IICA-RISPAL. San José, C. R. 87p.
- SAGARPA, 2012. Secretaría de Agricultura, Pesca y Ganadería. Agricultura familiar con potencial productivo. 537p
- SAGARPA, 2010. Secretaría de Agricultura, Pesca y Ganadería. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/ desarrolloRural/noticias/2012/Documents/PESA/Cosecha%20y%20almacenamiento%20de%20agua%20para%20producci%C3%B3n%20de%20hortalizas%20en%20traspatio.pdf>
- OCAMPO, 2010. Manual Básico Producción de Hortalizas.

---

---

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE GRADO DÍA (SDD) EN EL CULTIVO DE TOMATE HIDROPÓNICO (*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Vázquez-Lee, J.<sup>1</sup>; Munguía-López, J. P.<sup>1</sup>; Grajales-Sarabia, F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Departamento de Plásticos en la Agricultura. Blvd. Enrique Reyna No. 140 Saltillo Coahuila, México.

<sup>2</sup>Maestro en Ciencias en Agroplasticultura CIQA.

Autor de contacto: juan.munguia@ciqa.edu.mx

### INTRODUCCIÓN

El agua representa mundialmente uno de los recursos naturales de mayor importancia en la producción agrícola, dada su escasez relativa, su baja disponibilidad y calidad. Debido a esto, se han desarrollado diversas tecnologías tendientes a mejorar el uso de este recurso, sistemas de conducción y métodos de riego más eficientes, que permiten aumentar la superficie regada, mejorar rendimientos y ampliar la rentabilidad de los cultivos y el suelo (San Martín y Acevedo, 2001). En la actualidad, debido a la escases de agua en las regiones áridas y semiáridas del mundo, se ha optado por métodos que miden la temperatura de la hoja de la planta a través de la termometría infrarroja y está teniendo un uso práctico por ser una herramienta sencilla, confiable, de fácil manejo y precisión para determinar las necesidades hídricas de los cultivos debido a que se basa en el balance de energía entre la temperatura del aire y la temperatura del dosel de la planta y el déficit de presión de vapor (DPV) que dependen del cultivo y de las condiciones atmosféricas (López-López *et al.*, 2009).

La aplicación de termómetros infrarrojos fue iniciado por Tanner, (1963). Idso *et al.*, (1977) y Jackson *et al.*, (1977) midieron temperaturas del dosel y del aire todos los días durante una temporada completa en el cultivo de trigo y definieron el estrés grado-día o SDD como la diferencia entre la temperatura del dosel ( $T_c$ ) y la temperatura del aire ( $T_a$ ). Idso *et al.*, (1981), encontraron que si el contenido de humedad del suelo es suficiente para la planta, la diferencia entre la temperatura de la hoja y la temperatura del aire es cero o con valor negativo, pero si las plantas sufren de estrés hídrico, este valor es arriba de cero.

El objetivo del presente trabajo fue: Optimizar el desempeño de la termometría infrarroja como una herramienta útil para estimar el índice grado día en el cultivo de tomate de una manera continua durante todo el ciclo de cultivo.



## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento fue realizado en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), localizado al noreste de la ciudad de Saltillo, Coahuila, ubicado en las coordenadas geográficas 25° 27' de latitud Norte, 101° 02' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y a una altura de 1610 msnm, el clima corresponde a un seco estepario. Para el experimento se utilizó un híbrido de tomate de crecimiento indeterminado de nombre Gabriela de la casa comercial Hazera. El experimento se llevo a cabo bajo un invernadero tipo túnel orientado E-O con una superficie de 7.3 m de ancho por 14.5 m de largo y la altura cenital de 3.48 m, la cubierta del invernadero es de polietileno difuso de baja densidad, con un espesor de 180 micras. El invernadero cuenta con equipo de control de clima.

El estudio se realizó mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos establecidos de acuerdo al porcentaje de drenaje T1 (10%), T2 (15%), T3 (20%) y T4 (30%) con tres repeticiones, dando un total de 12 unidades experimentales las cuales consistieron de tres "bolis" de polietileno tipo taco con dimensiones de 90 cm x 30 cm x 15 cm y como sustrato se utilizó una relación 80:20 de perlita y polvo de fibra de coco.

El trasplante se llevo a cabo el día 24 de Marzo del 2011 y se colocaron 6 plantas por bolis, el tratamiento consistió de tres repeticiones de tres bolis y se agregó en cada extremo un bolis como borde, dando un total de 66 plantas por tratamiento.

El marco de plantación fue de 1.5 m entre hileras con doble fila separadas a 0.15 m y 0.3 m entre plantas por fila, dando un total de 40,000 plantas por hectárea. La solución nutritiva que se utilizó fue  $N^+$  168 ppm,  $P^+$  31 ppm,  $K^+$  273.7 ppm,  $Ca^{+2}$  190 ppm,  $Mg^{+2}$  72.9 ppm. Para medir la temperatura de la canopia de la planta ( $T_c$ ) se utilizaron sensores infrarrojos marca Apogee-Inst colocados directamente sobre una planta representativa por tratamiento a una distancia de 5 cm del haz de la tercera hoja de la parte superior (Figura 1) y para la temperatura del aire ( $T_a$ ) se utilizó un termopar de alambre fino tipo E colocado en la parte central del invernadero (Figura 2), los datos se registraron en un datalogger modelo CR23X de la marca CAMPBELL SCIENCES LOGAN UTAH. Las mediciones se realizaron a partir de los 106 DDT durante las 24 horas del día por el aumento de la demanda hídrica ya que la planta estaba en la etapa de fructificación. Con los datos obtenidos se hizo el cálculo del SDD mediante la fórmula  $SDD = \sum (T_c - T_a)$  donde  $T_c$  es la temperatura de la canopia y  $T_a$  es la temperatura del aire.

Los resultados se analizaron con el sistema estadístico de SAS 9.0 y las pruebas DMS.



Figura 1. Sensor infrarrojo para medir la temperatura de la hoja.



Figura 2. Termopar de alambre fino tipo E utilizado para medir la temperatura del aire del invernadero.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

El SDD se define como el diferencial de la temperatura de la planta en comparación con la temperatura ambiental durante un período de tiempo determinado. Las plantas del T1 y T2 al estar sometidas a menores cantidades de riego mostraron  $T_c$  mayor que  $T_a$  con valores SDD positivos y los tratamientos T3 y T4 mantuvieron  $T_c$  menor que  $T_a$  con valores SDD negativos por lo que estuvieron en condiciones de riego adecuadas para su desarrollo. Idso *et al.*, (1982) y Mazariegos (2006) mencionan que valores positivos de SDD indican que  $T_c$  es mayor que  $T_a$  y

con valores negativos de SDD  $T_c$  es menor que  $T_a$ , todo esto depende de las condiciones de abastecimiento hídrico en las plantas entre otros factores ambientales.

Las plantas de los tratamientos T1 y T2 son los que manifestaron mayor acumulación de grados día 2008.31 °C y 571.18 °C respectivamente y los tratamientos T3 y T4 -85.1°C y -316.17 °C respectivamente, por lo que T1 resultó ser el tratamiento más estresado y T4 estuvo en condiciones hídricas óptimas para el desarrollo de las plantas.

Durante el tiempo de mediciones de las variables de temperatura, en las horas de mayor insolación el T1 llegó a estar de tres a cuatro °C mas que la temperatura del aire y los tratamientos T3 y T4 con mejores condiciones de riego estuvieron uno y dos °C menos que la  $T_a$  (Figura 3), esto coincide con lo descrito por Jackson *et al.*, (1982) por lo que fue afectado notablemente en los procesos de transpiración, fotosíntesis y respiración.

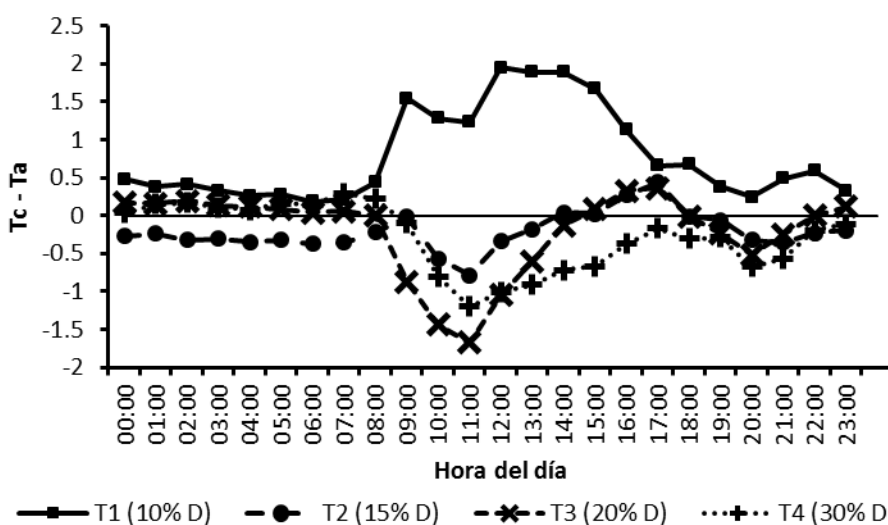


Figura 3. Comportamiento de  $T_c - T_a$  durante las 24 h de un día seleccionado al azar en cultivo de tomate hidropónico bajo invernadero.

El SDD tiene un efecto muy marcado sobre el desarrollo de los cultivos, debido a que cuando la planta está en condiciones de estrés hídrico detiene sus funciones fisiológicas como la apertura y cierre estomática, la transpiración y la fotosíntesis, por lo tanto en condiciones adecuadas de riego el rendimiento del cultivo tiene una relación inversamente proporcional con respecto al SDD, ya que si el SDD es negativo el rendimiento tiende a aumentar y este empieza a disminuir cuando se va haciendo positivo tal y como se muestra en la figura 4.

Helyez *et al.*, (2006) en el cultivo de frijol midieron el SDD y concluyeron que cuando las diferencias de temperatura entre la temperatura de la hoja y la temperatura del aire presenta un valor positivo de 1 °C puede provocar pérdidas de 90 a 130 kg ha<sup>-1</sup> del rendimiento del cultivo.

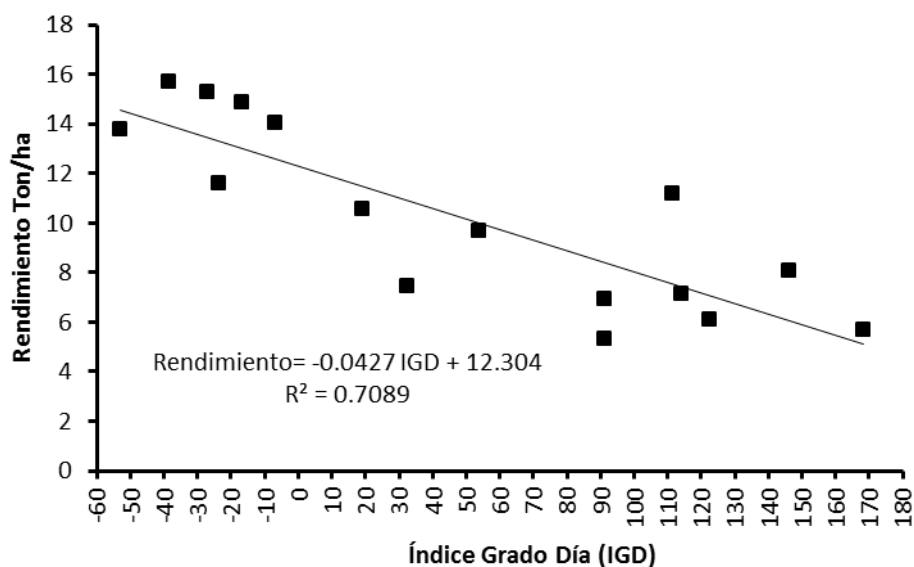


Figura 4. Efecto del Índice Grado Día en el rendimiento del cultivo de tomate hidropónico bajo invernadero.

El resultado de la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS) del análisis estadístico indica una diferencia significativa en los rendimientos ( $P=0.01$ ), siendo los tratamientos T4 (30% D) y T3 (20% D) que estuvieron bajo condiciones adecuadas de riego los que produjeron los mayores rendimientos  $235.4 \text{ ton ha}^{-1}$  y  $218.3 \text{ ton ha}^{-1}$  respectivamente; y los tratamientos que estuvieron bajo estrés hídrico obtuvieron los menores rendimientos, El T2 (15% D) produjo  $166.7 \text{ ton ha}^{-1}$  y el T1 (10% D) estadísticamente fue el que obtuvo el menor rendimiento con  $163 \text{ ton ha}^{-1}$ .

### CONCLUSIONES

Se comprobó la eficiencia de la termometría infrarroja para estimar los índices de estrés en el cultivo de tomate hidropónico bajo invernadero

El efecto que tiene el estrés hídrico sobre el desarrollo de los cultivos es perjudicial cuando está presente en periodos de tiempo prolongados, las plantas detienen su crecimiento por las altas temperaturas internas, sus procesos fisiológicos se detienen y afecta drásticamente su desarrollo por lo que se debe tener especial atención en la programación de riegos y evitar pérdidas en los rendimientos de los cultivos.

En este experimento se pudo conocer el índice Grado Día (SDD) para el tomate el cual está directamente relacionado con el aporte de riego ya que esto tiene efecto en la temperatura de la planta y representa las condiciones de desarrollo del cultivo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bucks, D. A., Nakavamma, F. S., French, O. F., Regard, W. W., Alexander, W. L. 1985. Irrigated guayule evapotranspiration and plant water stress. *Agricultural water management* 10: 61-79.
- Erdem Y., Erdem T., Orta A.H. & Okursoy H. 2006. Canopy-air temperature differential for potato under different irrigation regimes, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 56:3, 206-216
- González-Dugo M. P., Moran M. S., Mateos L., Bryant R., Canopy temperature variability as an indicator of crop water stress severity Centro de Investigación y Formación Agraria, IFAPA, Alameda del Obispo s/n, 14071 Córdoba, Spain. *Irrig Sci* (2005) DOI 10.1007/s00271-005-0023-7
- Helyes, L., Pék, Z. and Mc Michael, B. (2006). Relationship between the stress degree day index and biomass production and the effect and timing of irrigation in snap vean (*phaseolus vulgaris* var. Nanus) stands: results of a long-term experiments. Department of Horticulture, Szent István University, H-2103 Gödöllő, Hungary. *Acta Botanica Hungarica* 48 (3-4), pp. 000-000 2006. DOI: 10.1556 / ABot. 48.2006.3-4.x
- Mazariegos, S. S. (2006). Programación del riego en base a diferencias térmicas entre elfollaje y el aire en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero en dos medios de producción (suelo y perlita). Tesis de licenciatura. UAAA
- Idso, S. B., Jackson, R. D., Pinter, P. J., Reginato, R. J., Hatfield. J. L.1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology*: 24: 45-55.
- Jackson, R. D., Idso, S. B., Reginato, R. J., Pinter P. J. 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicator. *Water Resources Research* 17: 1133.
- JACKSON, R. D. 1982. Canopy temperature and crop water stress. In *Advances in Irrigation*, Volume 1.D.I. Hillel, Editor. Academic Press. p. 43-85.
- López- López, R., Arteaga-Ramírez, R., Vázquez-Peña, M. A., López-Cruz, I. L., Sánchez -Cohen, I., Ruiz-García, A. Índice de estrés hídrico del cultivo de tomate de cáscara (*physalis ixocarpa* Brot.)*Revista Chapingo. Serie horticultura*, Vol. 15, Núm. 3, septiembre-diciembre, 2009, pp. 259-267Universidad Autónoma Chapingo, México.
- San Martín J.P. y Acevedo E. Temperatura de canopia, CWSI y rendimiento en genotipos de trigo. Laboratorio de relación suelo-agua-planta. Facultad de ciencias agronómicas. Universidad de Chile. 2001.

## COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y ESTABILIDAD MEIÓTICA EN CUATRO GENERACIONES DE AUTOTETRAPLOIDES DE *Physalis ixocarpa* Brot.

Francisca Ramírez Godina<sup>1</sup>, Valentín Robledo Torres<sup>2</sup>, Manuel Humberto Reyes Valdes<sup>1</sup>,  
María Alejandra Torres Tapia<sup>1</sup>, Leticia Escobedo Bocardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Profesores Investigadores del Departamento de Fitomejoramiento, <sup>2</sup>Profesor Investigador del Departamento de Horticultura; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### INTRODUCCIÓN

*Physalis ixocarpa* es una especie originaria de México, conocida como tomatillo, tomate verde, tomate de cáscara, tomate de fresadilla. Su fruto es pequeño, esférico, verde o violáceo, rodeado por una envoltura papirácea. Los tomatillos son ampliamente utilizados en salsas verdes en varios países latinoamericanos. En el 2012 fue la cuarta hortaliza en superficie sembrada, con 43,505.33 has y un rendimiento medio nacional de 14.37 t h<sup>-1</sup> (SIAP-SAGARPA, 2013). La importancia de esta hortaliza se debe a su alto consumo en México y a su exportación a los Estados Unidos de América y Canadá. A pesar de existir amplia variabilidad genética tanto en el tomate silvestre como en el domesticado en México (Santiaguillo *et al.*, 2004), el rendimiento medio nacional es considerado bajo, posiblemente como consecuencia del limitado mejoramiento genético de la especie, el uso de variedades nativas y sistemas tradicionales de producción.

La autoploidía es un estado biológico inducible caracterizado por redundancia genómica, el cual puede ser aprovechado. Por lo tanto, la formación de tetraploides en *Physalis ixocarpa* abre nuevas posibilidades en la selección y mejora de esta especie, ya que, se sabe que la duplicación del genoma generalmente induce cambios en rasgos fenotípicos y anatómicos, tales como el incremento en el tamaño celular y modificación en tolerancia ecológica (Parisod *et al.*, 2010). En tomate de cáscara, Robledo *et al.*, (2011) desarrollaron una población autotetraploide 2n=4x=48, mediante la utilización de colchicina en la variedad Rendidora. El material resultante es prometedor para obtener nuevas variedades o híbridos de alto crecimiento y calidad (Robledo *et al.*, 2011). Uno de los problemas asociados a la generación de autotetraploides, es el desbalance en la segregación meiótica, debido a apareamientos irregulares. De aquí que resulta necesaria estudiar el impacto de estos nuevos autotetraploides, respecto a componentes de rendimiento y calidad de fruto y estabilidad meiótica a través de generaciones. En particular, buscar formación de bivalentes en meiosis, ya que ello determinará buenas segregación y formación de gametos balanceados y viables (Poggio *et al.*, 2004). El objetivo del

presentetrabajo fue estudiar el comportamiento de cuatro generaciones de autotetraploides en relación a rendimiento, calidad de fruto y estabilidad meiótica.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en General Cepeda, Coahuila México, 25° 23' 02'' Latitud Norte y 101° 27' 10'' Latitud Oeste, y laboratorios del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN. Se utilizó semillas provenientes de cuatro generaciones de autotetraploides derivadas de la población original autotetraploide inducida por colchicina (Robledo *et al*, 2011). La siembra se realizó en el 2013, en charolas de poliestireno, utilizando como sustrato turba y perlita en una proporción de 1:1. Las plántulas se desarrollaron en invernadero y cuando alcanzaron de 10 a 12cm de altura y dos pares de hojas verdaderas fueron trasplantadas en campo, en surcos con acolchado plástico de color negro, de 5 m de largo y 1.8 m de ancho y con una separación de 60 cm entre plantas. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, se realizó un análisis de varianza donde los tratamientos o factores bajo estudio fueron cuatro tetraploides y un diploide Var. Rendidora de tomate de cáscara, para la comparación de medios se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) con el programa Statistical Analysis System (SAS).

#### Componentes del rendimiento y calidad de fruto

Para la evaluación se estimó: Rendimiento Total de Fruto (RTF) que se determinó pesando en báscula digital, los frutos producidos por planta, de una muestra aleatoria de 8 plantas de cada una de las cuatro repeticiones, considerando la suma de tres cortes con intervalos de 15 días, en Kg/planta; Número Total de Frutos por Planta (NTF) se contó el número de frutos, de las mismas 8 plantas en cada una de las cuatro repeticiones; Diámetro Polar de Fruto (DPF) y Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF) se midió la distancia entre polos y la distancia de la parte ecuatorial del fruto, con un vernier digital de precisión (AutoTEC™). Solidos Solubles Totales (SST) para esta variable se utilizó un refractómetro Atago N-1E® y fueron expresados en (°Brix), se cortó el fruto a la mitad y se colocaron tres gotas sobre la superficie del prisma, se cerró la cubierta del prisma y se realizó la observación; Firmeza de Fruto (FIR) se determinó con un penetrómetro con soporte marca (Frut Pressure Tester) equipado con un manómetro de fuerza de 0 a 13 Kg FT-327, y puntilla de 8 mm de diámetro, se reporto en ( $\text{Kg cm}^{-1}$ ). Estas variables se tomaron, en tres frutos tomados al azar de cada una de las 8 plantas, en cada una de las cuatro repeticiones

### Análisis Meiótico

Para el estudio meiótica se muestrearon 16 plantas de cuatro generaciones de autotetraploides y se analizaron cuatro células por individuo. Además, se analizaron 4 plantas de la variedad Rendidora. Cuando las plantas estaban en floración se colectaron botones florales de plantas individuales se pasaron a una solución fijadora Farmer (3:1 etanol: ácido acético glacial) por 24 horas. Los botones fijados se colocaron en cajas de Petri con agua destilada para extraer las anteras, las cuales se depositaron en portaobjetos con una gota de acetocarmín. Después se cortaron en mitades las anteras para liberar los microsporocitos. Posteriormente se eliminaron los residuos de las envolturas de las anteras, se colocó encima de los microsporocitos un cubreobjetos y se calentó la preparación en una parrilla y se presionaron los microsporocitos suavemente de forma manual y sin movimientos laterales sobre un papel filtro, en seguida se observó al microscopio, Esto se hace varias veces hasta que se obtiene una buena diferenciación de color entre los cromosomas y el citoplasma (García, 1990). Las células se analizaron en diacinesis de la profase I de la meiosis se evaluó el número y tipo de configuraciones: univalentes, bivalentes, trivalentes y cuadrivalentes por célula. Todas las observaciones se hicieron con el objetivo 100X en un microscopio compuesto Carl Zeiss con cámara digital Pixera Winder Pro.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### Componentes de rendimiento

En RTF no se encontraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) entre el diploide Rendidora y las cuatro generaciones de autotetraploides, indicado que estadísticamente todos los tratamientos fueron iguales, el mayor valor fue presentado por la Var. Rendidora (Diploide) con un rendimiento de (1.166 kg/planta), mientras que los valores de cuatro generaciones en cuanto al rendimiento oscilaron entre (0.658 a 0.700 kg/planta), se encontró que el rendimiento de fruto en tetraploides fue menor al observado en el diploide, ya que este superó en 6.5% el rendimiento medio de los tetraploides. En un trabajo similar realizado por (Ramírez, 2013) se encontraron diferencias altamente significativas para esta variable al comparar el diploide y tetraploides. La reducción del rendimiento en las generaciones tetraploides tal vez se deba a que en este estudio se utilizó semilla de generaciones formadas a partir de una población muy reducida de plantas, que condujo a la endogamia, además menciona Ramírez (2013) que los autotetraploides formados de forma artificial tienden a ser autofértiles, otra causa que pudo llevar a bajos rendimientos al paso de generaciones.



En relación al número de frutos por planta (NFP), Rendidora (D) presentó un valor alto (33.114 frutos/planta), los tratamientos que resultaron con menor número de fruto por planta fueron los tetraploides G1T con (24.398) y G3T (24.876 frutos/planta). Además se encontró que el mayor NFP de la Var. Rendidora (D) coincide con el mayor rendimiento, pero fue estadísticamente igual a los tetraploides en NFP.

En DPF se observó que Rendidora presentó los valores más altos (36.84 mm), a diferencia del resto de los tratamientos, los diámetros polares más bajos fueron para los tetraploides G1T (28.976 mm). La G2T (26.415 mm) y el diploide var. Rendidora (36.84 mm) son estadísticamente iguales, mientras que los tratamientos G1T, G3T, G4T son diferentes. Sasaki y Utsunomiya (2002) indican que el tamaño de la flor está relacionado con el tamaño de fruto y los reguladores del crecimiento tienen efecto en el tamaño de fruto. El diámetro ecuatorial de frutos (DEF) presentó diferencias significativas entre los tratamientos. De acuerdo a la comparación de medias, el diploide var. Rendidora fue el que tuvo los mayores valores (46.588 mm), aunque fue estadísticamente igual ( $P > 0.05$ ) a tres generaciones tetraploides G2T (37.287 mm), G3T (33.075 mm) y G4T (32.388 mm), y estadísticamente diferente al tratamiento G1T (28.976 mm) (Figura 7). En este estudio se encontró que el DEF fue más alto que el DPF coincidiendo con lo reportado por Ramírez *et al.*, (2013), quienes encontraron que la duplicación cromosómica en tomate de cáscara contribuyó a la modificación de la forma de frutos, resultando estos de forma achatada de los polos, dejando huecos entre el endocarpio y mesocarpio, característica que puede ser mejorada por selección de plantas.

#### Calidad de fruto en tomate de cascara

En relación a calidad de fruto, se encontraron diferencias estadísticas significativas, para sólidos solubles totales ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos. Esta variable está relacionada con el sabor del fruto y con la acumulación de azúcares por parte de la planta. La G1 (tetraploide) presentó el valor mas alto (6.9535 °Brix) seguido del tratamiento G3T (6.64 °Brix), mientras que Rendidora (D) mostró el valor mas bajo (4.44 °Brix). Al respecto, se observa que los tetraploides tienen una mayoreficiencia para sintetizar sólidos solubles totales (azúcares, ácidos orgánicos, aminoácidos). Esto coincide con Gordillo *et al.*, (2006) quien al estudiar progenitores e híbridos de tomate de cáscara indujo variabilidad genética en las poblaciones estudiadas y se reflejó en diferencias significativas entre las mismas. Con respecto a la (FF) Rendidora (D) mostró el valor mas alto (3.973 kg cm<sup>2</sup>) entre los tratamientos y el valor mas bajo fue la G1T (1.619 kg cm<sup>2</sup>), pero estadísticamente Rendidora es diferente a los demás tratamientos. La baja firmeza de fruto en los tetraploides fue debido a que éstos presentaron un hueco entre el endocarpio y

mesocarpio, por lo tanto en la evaluación de tetraploides y para un proceso de selección se deberá de evitar ésta característica negativa. Estos resultados podría estar relacionada con lo encontrado por Tomekpe *et al.*, (2004) en banana, donde la pérdida de firmeza fue debido al alto contenido de agua en los frutos tetraploides que maduran y se ablandan rápidamente.

#### Análisis Meiótico

De acuerdo con el análisis meiótico en diacinesis (Figura 1) realizado en 4 plantas de cada una de las cuatro generaciones estudiadas, se encontró sin excepción la presencia de un genoma duplicado con respecto al testigo, lo cual indica que la tetraploidía se mantiene a través de la población inicialmente formada con colchicina, ya que todas las plantas analizadas mostraron un complemento de cromosomas  $2n = 4x = 48$ . La permanencia de la condición tetraploide a lo largo de estas generaciones, indica que el genoma duplicado se podría mantener indefinidamente, y que sería susceptible de ser utilizado en un programa de mejoramiento genético de tomate de cáscara.

En el análisis de las configuraciones cromosómicas se observaron univalentes, bivalentes y trivalentes, y una cantidad reducida de cuadrivalentes. En el (Cuadro 1) se detallan los números observados para las diferentes configuraciones en 4 plantas de cada generación, representada cada una con 16 células. Por lo que respecta a la variedad Rendidora, solamente se observaron 12 configuraciones bivalentes por célula, consistentes con un número cromosómico  $2n = 2x = 24$ . Se obtuvo un promedio general de las cuatro generaciones de 2.70 univalentes con una desviación estándar de 0.99 mientras que en bivalentes fue de 19.17 con una desviación estándar 1.50, la media de trivalentes fue de 1.73 con una desviación estándar 0,82, para cuadrivalentes se observó un promedio de 0.43 con una desviación estándar de 0.52. Esto muestra que hay en promedio mayor número de cromosomas involucrados en apareamientos bivalentes (39.94%), que en univalentes (5,63) trivalentes (3.60) y cuadrivalentes (0.89). Al respecto, en autotetraploides artificiales de *Hyoscyamus niger*, se observó una alta fertilidad con una alta prevalencia de bivalentes (Lavania *et al.*, 1991). El incremento significativo en número de bivalentes por generación no descarta la posibilidad de establecer un esquema de selección hacia regularidad meiótica en estos materiales.

En la (Figura 2) se observa un mantenimiento de bivalentes a lo largo de las cuatro generaciones y una disminución de cuadrivalentes a través de las generaciones, lo cual es un indicador de que se mantiene una tendencia hacia la regularidad meiótica. El número elevado de bivalentes entre plantas dentro de cada generación, señala la posibilidad de seleccionar individuos para estabilidad meiótica. También en autotetraploides artificiales de *Hyoscyamus*

*niger* se observó un aumento de bivalentes a lo largo de tres generaciones (Lavania *et al.*, 1991).

### CONCLUSIONES

Los componentes de rendimiento y calidad de fruto se vieron afectados por la formación de cuatro generaciones de polinización cruzada en comparación con el diploide original por problemas de endogamia. Los tetraploides son autofértiles de tal manera que se puede presentar endogamia que puede conducir a la reducción del rendimiento, sin embargo al realizar selección en un futuro podrán realizarse la formación de híbridos de tomate de cáscara.

La autoploidía se mantiene a través de las generaciones de reproducción cruzada derivadas de plantas de *P. ixocarpa* cuyo genoma fue duplicado con colchicina. Se observa una tendencia al incremento de apareamientos meióticos bivalentes, indicio de aproximación hacia la regularidad meiótica.

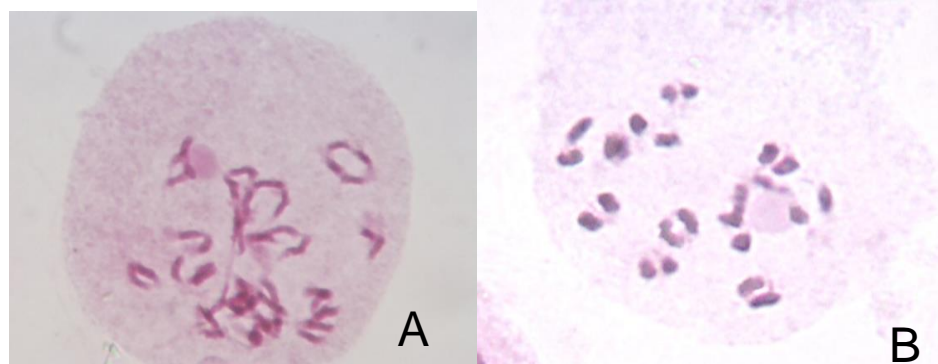


Figura 1. Configuraciones cromosómicas observadas en células en diacinesis de *Physalis ixocarpa* Brot. (A) tetraploides  $2n=4x=48$ , (B) diploides  $2n=2x=24$ . 100X.

Cuadro 1. Medias y desviaciones estándar de número de configuraciones cromosómicas en cuatro generaciones de autotetraploides de *P. ixocarpa*.

Generaciones	Plantas	Células	I	DS	II	DS	III	DS	IV	DS
G1	4	16	2.563	1.223	18.813	1.509	1.688	0.682	0.688	0.682
G2	4	16	2.188	0.726	19.688	1.310	1.563	0.609	0.438	0.496
G3	4	16	3.000	0.935	18.875	1.900	2.000	1.173	0.313	0.464
G4	4	16	3.063	1.088	19.313	1.310	1.688	0.845	0.313	0.464
Total	16	64	2.703	0.993	19.172	1.507	1.734	0.827	0.438	0.526

G1-G4=Generaciones de autotetraploides, I=Univalentes, II=Bivalentes, III=Tetravalentes, IV=Cuadrivalentes, DS=Desviación estándar

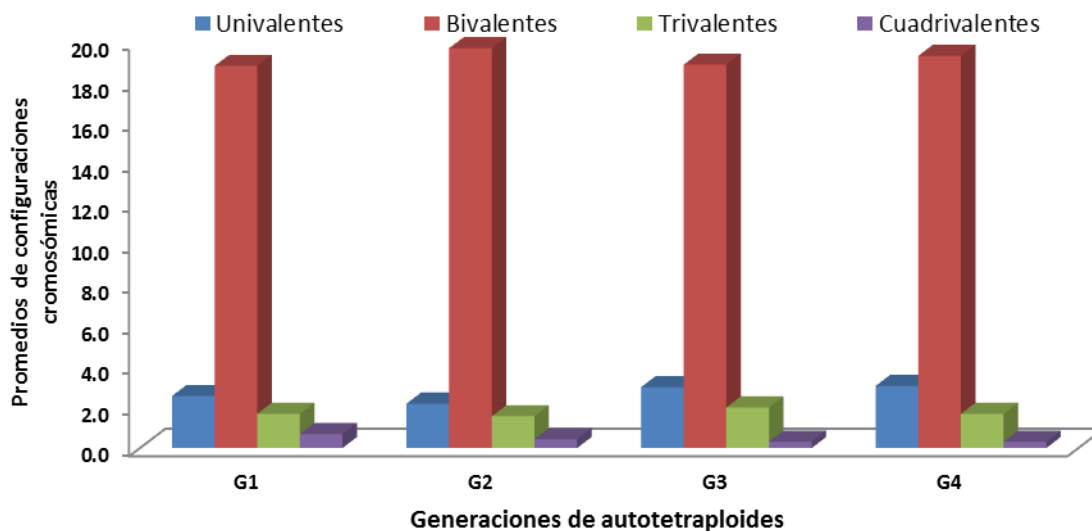


Figura 2. Promedio de configuraciones cromosómicas a través de cuatro generaciones consecutivas de autotetraploides de *P. ixocarpa*.

## BIBLIOGRAFÍA

- García VA. 1990. Técnicas y Procedimientos de Citogenética Vegetal. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 144 p.
- Gordillo-Moreno E, Ramírez-Mezquitic JG, Hernández-Dávila J, Robledo-Torres V, Murillo-Soto MM. 2006. Estudio de progenitores e híbridos de tomate de cáscara. *Agrofaz* 6(1): 163-169.
- Lavana, U., S. Srivastava y J. Sybenga. 1991. Cytogenetics of fertility improvement in artificial autotetraploids of *Hyoscyamus niger* L. *Genome* 34:190–194.
- Parisdod C, Holderegger R, Brochmann C. 2010. Evolutionary consequences of autopolyploidy. *New Phytol.* 186:5-17.
- Poggio, L., G. Gonzales, M.R. Ferrari, A.M. García, A. Wulff, E. Greizerstein, P. Tomás y G. Schrauf . 2004. Aportes de la citogenética al estudio de genomas vegetales. En: Levitus, G., V. Echenique, C. Rubinstein, E. Hopp y L. Mroginski (eds), pp. 379-388. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. Editorial INTA, Buenos Aires, Argentina. 647 p.
- Ramírez, G.F. 2013. Caracterización de tetraploides y formación de híbridos triploides en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Ramírez, G.F., Robledo T.V., Foroughbakhch P.R., Benavides M.A., Alvarado-V. MA. y Quistián M.D. 2013. Caracterización de tetraploides y formación de híbridos triploides en tomate de cáscara. *Ciencia UANL* 64:55-66.
- Robledo-Torres V., Ramírez, G.F., Foroughbakhch P.R., Benavides M.A., Alvarado-V. MA.F. Hernández G. G. y Reyes V. MH. 2011. Development of tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) autotetraploids and their chromosome and phenotypic characterization. *Breeding Science* 61: 288-293.
- Santiaguillo HJF, Cervantes ST, Peña LA. 2004. Selección para rendimiento y calidad de fruto de cruzas planta x planta entre variedades de tomate de cáscara. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 27:85-91.
- Sasaki, K., Utsunomiya. N. 2002. Effect of Combined Application of CPPU and GA3 on the Growth of Irwin Mano Fruits. *Journal of Tropical Agriculture* 46: 224-229.
- SIAP-SAGARPA, 2013. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx)
- TomekpeK, Jenny C, Escalant JV. 2004. Mejoramiento genético, análisis de las estrategias de mejoramiento convencional de Musa. *InfoMusa* 13 (2):1-6.

---

---

## DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA Y RENDIMIENTO DE AJO (*Allium sativum* L.) DE SEMILLA FRIGOTRATADA.

<sup>1</sup>Homero Espinoza Raygoza, <sup>2</sup>Manuel Reveles Hernández, <sup>3</sup>Ricardo Trejo Calzada.

<sup>1</sup>Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas

<sup>2</sup>Campo Experimental Zacatecas- Instituto nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C.P. 98500, México. E-mail:

[mreveles@zacatecas.inifap.gob.mx](mailto:mreveles@zacatecas.inifap.gob.mx); <sup>3</sup>Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo.

### INTRODUCCIÓN

La temperatura y el fotoperiodo son factores ambientales que tienen una gran influencia sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajo. La fisiología del cultivo del ajo, el rendimiento y la calidad del producto están muy relacionados con bajas temperaturas de almacenamiento en la semilla y de las primeras etapas de crecimiento (Arredondo *et al.*, 2013).

La aplicación de bajas temperaturas sobre los bulbos semilla antes de la siembra estimula la acumulación de citoquininas y giberelinas durante el tratamiento, modificando totalmente el equilibrio hormonal, lo cual conduce a un crecimiento más rápido y una bulbificación más precoz (Reveles *et al.*, 2013).

El tratamiento con bajas temperaturas a las semillas de ajo se ha usado para tratar de aumentar la velocidad de emergencia y acortar el ciclo vegetativo de las plantas de ajo buscando obtener primicias en el mercado, sin embargo, esta práctica suele asociarse con la caída de rendimientos y la presencia de fisiopatías (Burba *et al.*, 2009).

En el estado de Zacatecas, México, se ha evaluado el uso de bajas temperaturas (5°C) para tratar la semilla de ajo con la finalidad de acortar el ciclo de cultivo reportando reducción de hasta 12 días en el ciclo cuando la semilla se almacenó a esa temperatura durante 28 días (Reveles *et al.*, 2012). Otros trabajos han demostrado que el efecto del frigotratamiento en semilla se expresa desde la germinación y el tiempo de diferenciación de los bulbos lo que hace presumir que se acelera el proceso de madurez fisiológica en el cultivo (Arredondo *et al.*, 2013). El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar el efecto de diferentes periodos de frigotratamiento de semilla de ajo sobre la duración del ciclo de cultivo del clon CORP4, generado por el INIFAP.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una parcela en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas- Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del Estado de Zacatecas, cuyas coordenadas y altura son 22° 54' 10" de latitud norte y 102° 39' 29" de longitud oeste y 2,198 metros sobre el nivel del mar.

La siembra de ajo se realizó el día 23 de Octubre del 2013, en la cual se utilizó semilla del clon CORP4, donde se evaluaron cinco tratamientos y tres repeticiones usando un diseño de bloques completos al azar, la unidad experimental constó de dos camas de 4.0 metros de largo por 1.52 metros de ancho cada una, cada cama constó de 6 hileras de plantas, con tres cintillas de riego por goteo de flujo medio, con 20 centímetros de distancia entre cada gotero. Los tratamientos consistieron en someter a la semilla de ajo durante 60, 45, 30, 15 y 0 días de frío (DDF) a temperatura de -1°C.

Cuadro 1. Relación de Tratamientos de frío evaluados en semilla de ajo clon CORP4.

Número de tratamiento	Tiempo de almacenamiento de semilla a -1.0°C (en días)
1	60
2	45
3	30
4	15
5	0

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar los análisis de varianza para los días a madurez fisiológica, se encontraron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) entre los tratamientos, que al realizar la comparación de medias por el método de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) reflejó que el tratamiento 1 (60 DDF) presento menor cantidad de días (154) para llegar a madurez fisiológica en comparación con los tratamientos restantes. Se observa que el tratamiento 5 (testigo) fue el que tuvo mayor cantidad de días (200) para llegar a madurez fisiológica, siendo igual a los tratamientos 2(45 DDF) y 4 (15 DDF) que presentaron 198 y 196 días respectivamente para llegar a madurez fisiológica.

Cuadro 2. Comparación de medias para los días a madurez fisiológica de ajo proveniente de semilla frigotratada.

Tratamiento	Días de frío a semilla	Media
5	0	200.000 a
2	45	198.333 a
4	15	196.000 a
3	30	171.000 b
1	60	154.000 c

Al realizar los análisis de varianza para el rendimiento de ajo sometido a frigotratamiento de semilla, se encontraron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) entre los tratamientos, que al realizar la comparación de medias por el método de Tukey con  $\alpha=0.01$  reflejo que el tratamiento 4 (15 DDF) presento mayor rendimiento por hectárea en comparación con los tratamientos restantes. De acuerdo con el cuadro de comparación de medias el tratamiento 1 (60 DDF) fue el que tuvo menos rendimiento por hectárea. Así mismo los tratamientos 5 (testigo) y 2 (45 DDF) presentaron semejanzas entre ellos pero diferencias con los demás tratamientos, al igual con el tratamiento 2 (45 DDF) y con el tratamiento 3 (30 DDF) que presentan semejanzas entre ellos pero diferencias con los demás tratamientos.

Cuadro 3. Comparación de medias para el rendimiento de ajo proveniente de semilla frigotratada.

Tratamiento	Días de frío a semilla	Media
4	15	25832.667a
5	0	22883.667 b
2	45	22351.667 b c
3	30	20280.333 c
1	60	16408.667 d
Tukey=		

### CONCLUSIONES

Se encontró una respuesta a la aplicación de frío a semilla expresada en reducción del ciclo de cultivo.

Se encontró una tendencia a disminuir el rendimiento a medida que se incrementó el periodo de frigoconservación de la semilla.

El uso de frío en semilla durante periodos de 45 días puede significar una alternativa para adelantar la cosecha de ajo del clon estudiado.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arredondo, L.P. 2013. Crecimiento de ajo (*Allium sativum* L.) de semilla sometida a diferentes periodos de frío. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Dgo. 67p.
- Arredondo L., P.; Reveles H., M.; García H., G; Trejo C. R.; Ruiz T., J. 2013. Influencia de la aplicación de frío a la semilla de ajo sobre la germinación de plantas. Memoria de la XXV semana Internacional de Agronomía, FAZ, UJED. 138-141.
- Burba, J.L. 2009. Mejoramiento genético y producción de semilla de ajo (*Allium sativum* L.). Posibilidades de adaptación a diferentes ambientes. Revista colombiana de ciencias hortícolas, 1:28-44.
- Reveles, H.M., Arredondo L.P., García, H.G., Trejo, C. R., Ruiz, T.J., 2013. Influencia de la aplicación de frío a la semilla de ajo sobre la acumulación de materia seca y el tiempo de diferenciación del bulbo. Memoria del 1 Congreso Internacional de Recursos Bióticos de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo. México.



---

---

## ESCOBETEADO DE PLANTAS DE AJO EN RELACIÓN A DIFERENTES PERIODOS DE FRIO APLICADOS A SEMILLA.

<sup>1</sup>Homero Espinoza Raygoza, <sup>2</sup>Manuel Reveles Hernández, <sup>3</sup>Ricardo Trejo Calzada.

<sup>1</sup>Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas

<sup>2</sup>Campo Experimental Zacatecas- Instituto nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C.P. 98500, México. E-mail:

[mreveles@zacatecas.inifap.gob.mx](mailto:mreveles@zacatecas.inifap.gob.mx); <sup>3</sup>Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo.

### INTRODUCCIÓN

La temperatura y el fotoperiodo son dos aspectos importantes en el desarrollo y productividad del ajo (Kamenestry *et al.*, 2004), el ciclo del ajo no inicia en la siembra o establecimiento del cultivo, sino que es importante tomar en cuenta las condiciones de almacenamiento de la semilla para determinar su manejo, ya que la temperatura de almacenamiento del ajo dedicado a la siembra tiene un impacto fuerte sobre la fenología y productividad del cultivo (Stanhlschmidt y Cavagnaro, 1979; Portela y Cavagnaro, 2005; Reveles *et al.*, 2012 ).

La temperatura de conservación del bulbo a usarse como semilla en conjunción con la presente durante el desarrollo del cultivo es un factor que influye en la fisiología del ajo, así como en su rendimiento y la calidad del producto (López-Bellido *et al.*, 2006).

El tratamiento de la semilla con refrigeración es una herramienta que se ha usado para disminuir el periodo de germinación, ciclo de cultivo, siempre buscando la obtención anticipada de la cosecha para aprovechar las ventanas del mercado (Reveles *et al.*, 2012; Arredondo *et al.*, 2013; Espinoza *et al.*, 2013).

Entre las malformaciones más comunes del ajo está el escobeteado conocido también como “ramaleo” o “rebrotado” que es el crecimiento secundario o exceso de vigor que se caracteriza porque el follaje de las plantas afectadas toma una apariencia de escobeta, observándose unas hojas más finas que surgen entre las hojas adultas estando próximos a ser cosechados, con lo que pierden su valor comercial, ya que cuando el problema es grave la planta se abre completamente y los bulbos de tales plantas pierden sus túnicas externas y los dientes periféricos quedan descubiertos. Se ha determinado que el escobeteado está influenciado por algunos factores de manejo agronómico del cultivo, también se relaciona su incidencia con factores ambientales (Macías *et al.*, 2000).

El empleo de bajas temperaturas para la conservación de la semilla de ajo puede influir en la presencia del Escobeteado o rebrotes del cultivo, efecto que también está influenciado por el genotipo (Reveles-Hernández *et al.*, 2009).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del tratamiento frigorífico a la semilla de ajo en un clon de ajo nuevo generado por el INIFAP sobre la incidencia del escobeteado o crecimiento secundario en el cultivo.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en una parcela en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas- Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del Estado de Zacatecas, cuyas coordenadas y altura son 22° 54´10" de latitud norte y 102° 39´29" de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar.

La siembra se realizó el día 23 de Octubre de 2013, en la cual se utilizó semilla del clon CORP4, se aplicó la fórmula de fertilización de fondo 20-89-75-110, expresada en kilogramos por hectárea de Nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K) y Calcio (Ca), respectivamente y la fórmula 230-11-190-10 (N-P-K-Ca, respectivamente) por el sistema de riego, donde se evaluaron cinco tratamientos de frío a semilla y tres repeticiones usando un diseño de bloques completos al azar, la unidad experimental constó de dos camas de 4.0 metros de largo por 1.52 metros de ancho cada una, cada cama consto de 6 hileras de plantas, con tres cintillas de riego por goteo de flujo medio, con 20 centímetros de distancia entre cada gotero. Los tratamientos consistieron en someter a la semilla de ajo durante 60, 45, 30, 15 y 0 días de frío (DDF) a temperatura de -1°C.

Los muestreos se realizaron a los 149 días después de la siembra (DDS) y a los 155 DDS contando las plantas con síntomas de crecimiento secundario (escobeteado) presentes en cada unidad experimental.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Al realizar los análisis de varianza para el porcentaje de plantas escobeteadas del muestreo realizado a los 149 días después de la siembra, se encontraron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) entre los tratamientos, que al realizar la comparación de medias por el método de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) reflejó que el tratamiento 3 (30 DDF) presentó el mayor porcentaje de plantas escobeteadas en comparación con los tratamientos restantes. Se observa que el tratamiento 5 (testigo), el tratamiento 2 (45 DDF) y el tratamiento 4 (15 DDF) mostraron igualdad estadística entre ellos con el menor porcentaje de plantas escobeteadas (Cuadro 1).

---

Cuadro 1. Comparación de medias por el método de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el porcentaje de plantas escobeteadas a los 149 días después de la siembra en ajo clon CORP4 cuya semilla fue sometida a diferente periodo de frío.

Numero de Tratamiento	Días de frío a semilla	Media
3	30	5.000 a
1	60	2.667 b
4	15	0.267 c
2	45	0.000 c
5	0	0.000 c

Es notorio el hecho de que el testigo no haya presentado plantas escobeteadas, al igual que el tratamiento de 45 días de frío en semilla.

Cuadro 2. Comparación de medias por el método de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el porcentaje de plantas escobeteadas a los 155 días después de la siembra en ajo clon CORP4 cuya semilla fue sometida a diferente periodo de frío.

Tratamiento	Días de frío a semilla	Media
3	30	14.030 a
4	15	5.557 b
1	60	2.640 b
2	45	0.277 b
5	0	0.000 b

Al realizar los análisis de varianza para el porcentaje de plantas escobeteadas del muestreo realizado a los 155 días después de la siembra, se encontraron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ) entre los tratamientos, que al realizar la comparación de medias por el método de Tukey con  $\alpha=0.05$  reflejó que el tratamiento 3 (30 DDF) presentó el mayor porcentaje de plantas escobeteadas en comparación con los tratamientos restantes. Se observa que el tratamiento 5 (testigo), el tratamiento 2 (45DDF) mostraron igualdad estadística entre ellos con el menor porcentaje de plantas escobeteadas.

### CONCLUSIONES

Se encontró efecto del tratamiento con frío a semilla de ajo sobre la presencia de crecimiento secundario (escobeteado).

No se detectó un padrón o tendencia de la relación entre el tiempo de exposición de la semilla al frío y el índice de escobeteado en el Clon de ajo estudiado.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Arredondo L., P.; Reveles H., M.; García H., G; Trejo C. R.; Ruiz T., J. 2013. Influencia de la aplicación de frío a la semilla de ajo sobre la germinación de plantas. Memoria de la XXV semana Internacional de Agronomía, FAZ, UJED. 138-141.
- Espinoza R. H., Reveles H., M. y Cid R. J., 2013. Efecto de la aplicación de frío a la semilla de ajo sobre la germinación de plantas. XXIII Seminario Estatal de Investigación y desarrollo tecnológico agropecuario y VII Foro para la presentación de estrategias didácticas en el marco del PROFORDEMS. Calera Zacatecas, p 16.
- Macías, V. L. M., Robles, E. F. J. y Velásquez, V. R. 2000. Guía para que los productores de ajo seleccionen su semilla. Folleto para Productores Núm. 27. Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Aguascalientes, Ags., México. p.12.
- Kamenestry R., London S. I., Zamah H., Barzilay A., Rabinowitch H. D. 2004. Environmental control of garlic growth and florogenesis. *Journal of American Society of Hoth Science*. 129:144-151
- Portela J. A. y Cavagnaro, J. B. 2005. Escala ecofisiologica para ajos blancos y violetas: una herramienta fundamental para la toma de decisiones en el cultivo. Informe anual de progresos 2005. Estación Experimental La Consulta. INTA. Argentina p 42-45.
- Reveles H., M.; Velásquez V., R. y Trejo C. R. 2012. Reducción de tiempo de cosecha de ajo Cv. Calerense mediante frigotratamiento de semilla. *Revista AGROFAZ*. 12: 33-38.
- Stanhlschmidt O. M. y Cavagnaro, J. B. 1979. Aspectos ecofisiologicos del cultivo de ajo. 50 temas sobre producción de ajo, tomo 3. Ingeniería de cultivo. INTA, Argentina, p 20-38.

## **ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA DEL MELÓN PRODUCIDO FUERA DE TEMPORADA EN RESPUESTA AL USO COMBINADO DE ACOLCHADO MAS MICROTÚNEL EN LA COMARCA LAGUNERA**

**Gaytán-Mascorro, A<sup>1\*</sup>, Chew-Madinaveitia, Y.I.<sup>1</sup>, Reta-Sánchez, D.G.<sup>1</sup>, Espinoza-Arellano, J.J.<sup>1</sup>, Martínez-Rodríguez, J.G.**

<sup>1</sup>CELALA-CIRNOC, INIFAP. Blvd. Prof. José Santos Valdez #1200 Pte. Col. Centro. Matamoros, Coah. C.P. 27140. Correo: [gaytan.arturo@inifap.gob.mx](mailto:gaytan.arturo@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

La Comarca Lagunera es la región de mayor importancia para la producción de melón a nivel nacional con una superficie de 5,471 ha (24.6% del total nacional) y un rendimiento promedio de 27.5 t ha<sup>-1</sup>. La necesidad de mejorar la rentabilidad de melón ha dado como resultado que los productores de esta hortaliza siembren en épocas diferentes a las convencionales enfrentando problemas que estos cambios implican, principalmente problemas de clima extremo. Para superar dichos problemas deben hacer modificaciones en su sistema de producción siendo dos de ellas el uso de acolchado y protección de cultivo con microtúneles de agribón o de plástico. Producir melón y sandía fuera de temporada en la Comarca Lagunera es una oportunidad ya que se presentan ventanas de producción para el mercado nacional ó de exportación, y puede mejorar la rentabilidad de estos cultivos. En Estados Unidos no se produce melón durante los meses de Diciembre, Enero, Febrero, y Marzo; durante los meses de Abril y de Noviembre la producción de melón es mínima.

La producción de melón y de sandía fuera de temporada en la Comarca lagunera debe considerar cosechar a partir del mes de abril en fechas tempranas, y a partir de la segunda quincena de Octubre en fechas tardías, las cuales se pueden extender hasta los meses de noviembre y diciembre dependiendo de las condiciones de clima que se presenten. De esta manera, a finales de Octubre y principios de Noviembre, el melón puede costar entre 7.6 y 10.13 pesos por kg (Espinoza *et al.*, 2009). En la Comarca Lagunera, los precios de melón y de sandía durante la segunda semana de Mayo pueden ser entre 8 y 10 pesos por kg para melón y de 2-3 pesos por kg en sandía. Cosechar antes de esta fecha ó durante el mes de Abril, podría mejorar las ganancias de los productores locales.

El uso de acolchado ya es una práctica más difundida entre los productores de melón en la Comarca Lagunera y al igual que en otras latitudes, está relacionado con los beneficios que se tienen en el rendimiento y crecimiento de las plantas en respuesta a incrementos en temperatura en la zona de la raíz (Díaz-Pérez y Batal, 2002). Sin embargo en lugares con altas

temperaturas y alta radiación, esta condición el uso de acolchado puede afectar el crecimiento de cultivos. La temperatura en el suelo es importante porque influye en la absorción de agua y nutrientes (Dood *et al.*, 2000), y sobrevivencia de las plantas.

El uso de cubiertas flotantes no se tiene bien documentado en México, sin embargo se utiliza en los estados del Bajío, Sinaloa, Colima, Baja California, y Jalisco, entre otros estados. En la Comarca Lagunera a partir de 2009 se ha empezada a utilizar el siembras o plantaciones comerciales. A pesar de haber algunos estudios del uso de acolchado más cubiertas en melón y otros cultivos, se ha indicado que estos sistemas no han sido evaluados adecuadamente bajo las condiciones de crecimiento de cultivos en México (Ibarra *et al.*, 2006). El acolchado más micro túnel incrementa el rendimiento, precocidad de varias especies hortícolas, sin embargo se han reportado desventajas en cultivos como pimiento y tomate, en éste último han sido reportados daños en los bordes de las hojas por efecto de alta temperatura de aire superiores a 35°C (Ibarra y de la Rosa, 2004). En melón cv. Cruiser, no hubo daño en hojas por efecto de acolchado y micro túnel, tampoco se reportan diferencias en valores de área foliar específica (AFE) a diferente tiempo de cubrimiento; el rango de AFE, fue de 140 a 160 cm<sup>2</sup> g (Ibarra *et al.*, 2001).

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 utilizado, y tipo de cubierta utilizada, incluso por las dimensiones del sistema de protección (tamaño del micro túnel), ya que en cada caso se pueden crear diferentes condiciones de clima. Debido a la variación en respuesta del cultivo del melón a estos factores, y a que todos los trabajos reportados han sido realizados en fechas diferentes a las consideradas como fechas para producir melón fuera de temporada en la Comarca Lagunera, ha sido realizado el presente ensayo con el objetivo de determinar el efecto de la combinación acolchado más micro túnel en la morfología de la planta de melón, expresada como valores de área foliar específica.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo fue realizado en terrenos del Campo Experimental La Laguna del INIFAP durante el ciclo primavera de 2013, en un suelo franco arcilloso. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño factorial distribuidos en bloques al azar. Los niveles del factor A fueron los sistemas de protección con micro túneles (Agribon, Sin cubierta, Plástico); los niveles del factor B fueron los híbridos (Cruiser, Expedition, Gold Mine, Pitayo, Nitro, Origami), cada tratamiento constó de tres repeticiones. La producción de plantas para los tratamientos que serían trasplantados fue realizada con anticipación (enero), para tener planta disponible en la fecha de establecimiento

---

que fue el 18 de Febrero en bordos de 2 m de ancho y 25 m de longitud que constituyeron la parcela experimental. La instalación de los sistemas de protección fue al momento del establecimiento y fueron retirados 34 días después del trasplante. Después de retirar los micro túneles se procedió a realizar un muestreo de 15 hojas individuales de plantas de melón por tratamiento para determinar el peso fresco de lámina foliar (PFLF), peso seco de lámina foliar (PSLF), área foliar (AF), y área foliar específica (AFE). El área foliar fue estimada a partir de valores de un área conocida (cm<sup>2</sup>) y peso seco (g) obtenido de hojas secadas en estufa de aire forzado a 60°C por 72 horas. EL AFE fue estimado a partir de los valores de AF y peso seco de AF. Se realizó análisis de varianza para las variables registradas y cuando fueron detectadas diferencias significativas entre tratamientos se procedió a la separación de medias mediante la prueba de rango múltiple de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Hubo diferencias significativas para el PSLF y AF por efecto de los sistemas de protección empleados; entre variedades hubo diferencias significativas para valores de AF y AFE. En estas dos variables el análisis de varianza mostro diferencias significativas para la interacción sistemas de protección X variedades (Cuadro 1). Las hojas del melón fueron de mayor tamaño en micro túneles de agripon (polipropileno de 17 g) que con plástico (propileno) o sin el uso de cubierta, siendo una causa las diferencias entre híbridos para esta variable; destaca en área foliar de hojas Expedition y Gold Mine con 41 y 44 cm<sup>2</sup> por hoja en promedio (Figura 1). La significancia de la interacción para el AF y AFE indica que el efecto de los sistemas de protección y de los híbridos no fue independiente. Estos resultados difieren a los reportados por Ibarra *et al.*, (2001), ya que ellos reportan que no hubo diferencias en los valores de AF y AFE en melón con acolchado y micro túnel. Tampoco reporta daños en el borde de hojas tal y como ha sucedido en tomate por efecto de alta temperatura después de permanecer en micro túnel (Ibarra y de la Rosa, 2004). Las diferencias en AFE entre híbridos de melón pueden estar relacionados con la capacidad de la planta para adaptarse a una condición de estrés como es la alta temperatura a la que son sometidas al estar dentro de los micro túneles, El micro túnel puede incrementar la temperatura a niveles óptimos en poco tiempo pero también pueden ser perjudiciales durante el periodo de cubrimiento.

Cuadro 1. Valores de peso de lámina foliar, área foliar y área foliar específica en híbridos de melón bajo diferentes sistemas de protección para producción fuera de temporada en la Comarca Lagunera. INIFAP-CELALA 2013.

TRATAMIENTO	PFLF (g)	AF (cm <sup>2</sup> )	PSLF (g)	AFE (cm <sup>2</sup> /g)
SISTEMA PROTECCION				
AGRIBON	1.80	42.36 A	0.307 A	142.11 A
PLASTICO	1.88	40.6 AB	0.295 A	143.5 A
SIN CUBIERTA	1.73	38.2 B	0.257 B	147.9 A
VARIEDAD				
CRUISER	1.84	40.06 AB	0.282	143.47 AB
EXPEDITION	1.74	41.07 AB	0.264	160.70 A
GOLD MINE	1.81	44.30 A	0.280	157.62 A
PITAYO	1.77	37.95 B	0.287	140.92 AB
NITRO	1.78	40.01 AB	0.296	133.56 B
ORIGAMI	1.88	39.12 B	0.307	130.82 B
A	NS	NS	*	NS
B	NS	**	NS	***
AB	NS	**	NS	**
CV	10.49	8.14	13.10	18.2



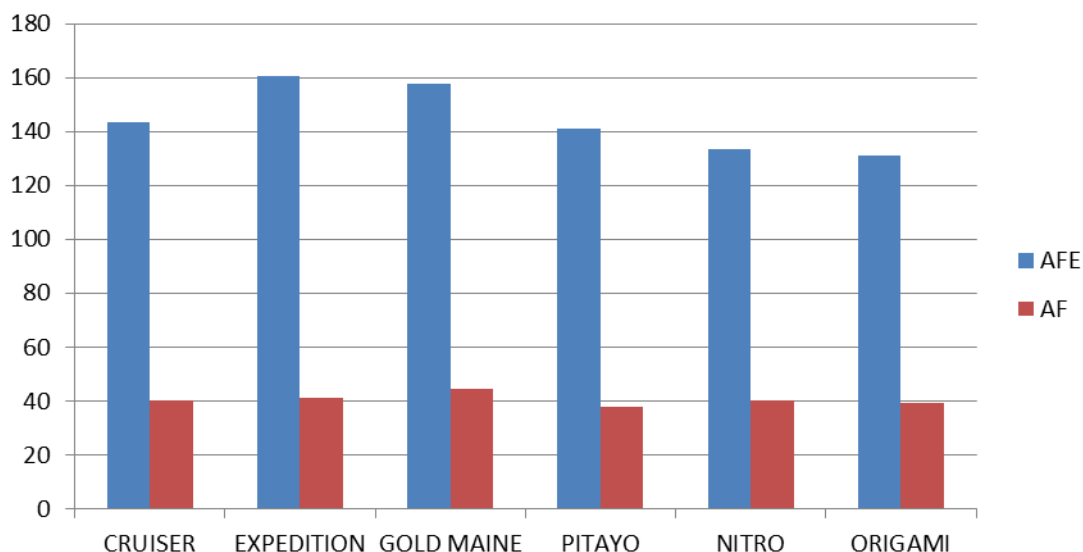


Figura 1. AF y AFE en híbridos de melón bajo diferentes sistemas de protección con micro túneles para producir fuera de temporada en la Comarca Lagunera. INIFAP-CELALA 2013.

Después de retirar los micro túneles, las plantas de melón han mostrado daños en las hojas, similares al daño que sufren cuando son sometidas a un daño por baja temperatura, principalmente cuando se utilizan cubiertas de plástico (polietileno). Una condición de temperatura a la que se someten las plantas de melón en micro túneles de plástico o de agrípon se muestran en las figuras 2, 3, y 4.

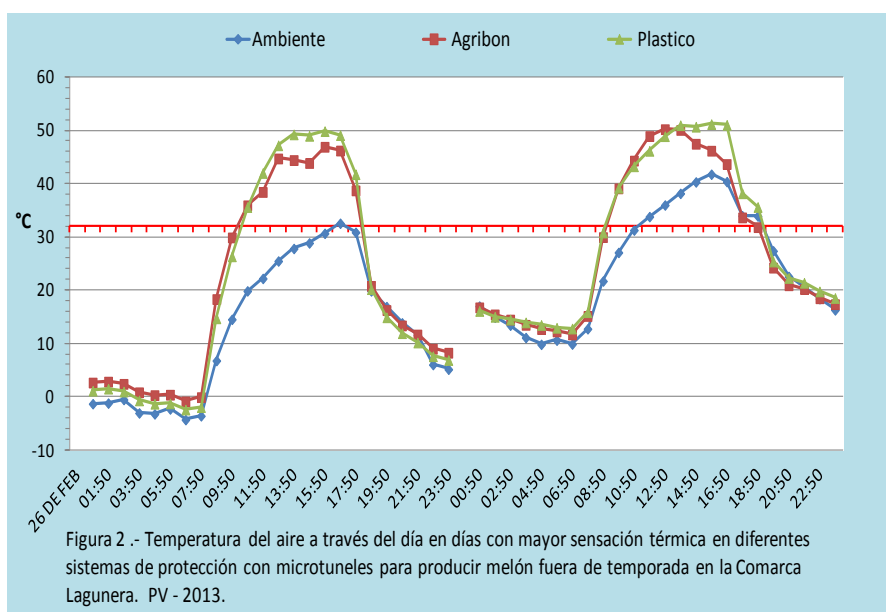


Figura 2. - Temperatura del aire a través del día en días con mayor sensación térmica en diferentes sistemas de protección con microtúneles para producir melón fuera de temporada en la Comarca Lagunera. PV - 2013.

La temperatura a que es expuesta la planta de melón con cubierta de plástico es superior a la que se tiene en micro túnel de agribon y este a la temperatura ambiental. De las 11 horas hasta las 15 horas la planta es sometida a temperaturas por arriba de la temperatura que ha sido mencionada como límite superior en melón y que son 35°C; sin embargo los híbridos que se utilizan en siembras comerciales pueden tolerar estas temperaturas debido a una condición de humedad relativa que se mantiene dentro de los micro túneles, principalmente en el agribon. De acuerdo a los resultados de este ensayo, la afectación en el grosor de la hoja en híbridos de melón, tienen relación con los daños por quemaduras una vez que los micro túneles son retirados y se dejan las plantas expuestas al ambiente; en este trabajo al igual que en estudios anteriores se ha observado y cuantificado el daño que sufren las hojas y puede ser hasta del 35-40% en plantas que estuvieron en micro túneles de plástico; los daños en plantas que permanecieron por 34 días en agribon, no fueron de consideración o no se presentaron (datos no presentados). La fenología (floración e inicio de crecimiento del fruto) también puede ser afectada en micro túneles de plástico.

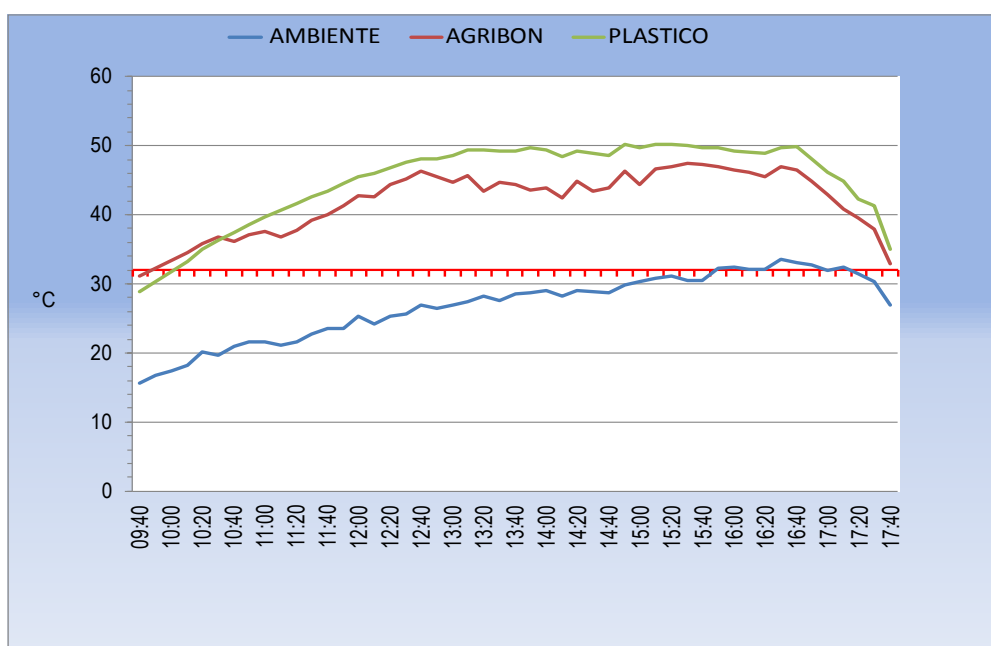
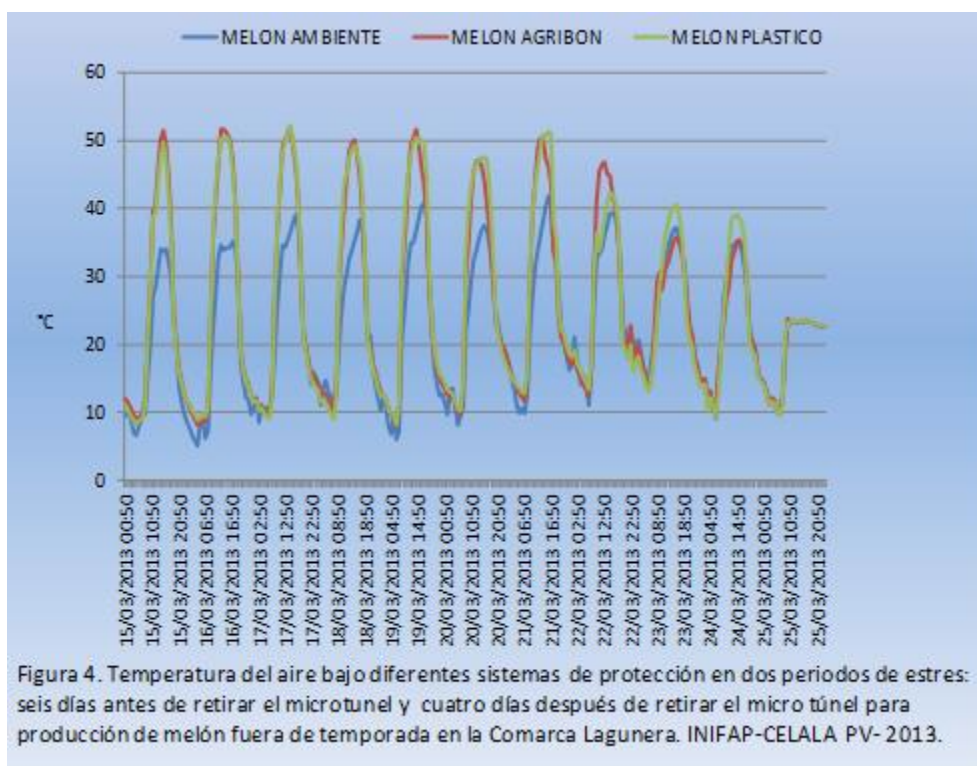


Figura 3.- Periodo del día mas caluroso con temperaturas del aire superiores a 32°C en diferentes sistemas de protección con microtuneles para producir melón fuera de temporada en la Comarca lagunera. CELALA PV - 2013.



## CONCLUSIONES

El uso de micro túneles de agribon puede ser utilizado para producir melón fuera de temporada en la Comarca Lagunera.

Micro túneles de agribon son más térmicos que los micro túneles de plástico.

La morfología y la fenología de la planta de melón puede cambiar con el uso de micro túneles debido a temperaturas altas y la planta puede sufrir daños en el follaje al retirar la protección, particularmente en micro túnel de plástico.

### Agradecimiento

La información contenida en este trabajo es parte de los resultados del proyecto 1741 financiado por la Fundación Produce Coahuila, A.C.

### BIBLIOGRAFIA

- 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.
- Dodd, I.C., J.He, C.G.N. Turnbull, S.K.Lee, and Critchley. 2000. The influence of supra-optimal root-zone-temperatures on growth and stomatal conductance in *Capsicum annum* L. J.Exp.Bot. 51:239-248.
- Ibarra, J. L., J. Flores, J.C. DíazPérez. 2001. Growth and yield of muskmelon in response to plastic mulch and row covers. *Scientia Horticulturae* 87:139-145.
- Ibarra-Jiménez, L.,J.Munguía-López, A.J.Lozano-del Río, A.Zermeño-González. 2006. [Effect of plastic mulch and row covers on photosynthesis and yield of watermelon. \*Australian Journal of Experimental Agriculture\* 45\(12\)1653–1657 <http://dx.doi.org/10.1071/EA04140>.](http://dx.doi.org/10.1071/EA04140)
- Ibarra-Jiménez L., M. de la Rosa Ibarra. 2004. Comparación entre microtúneles con cubiertas de polietileno y polipropileno en pepino y pimiento con acolchado plástico. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10(2): 133-139.

## COMPORTAMIENTO DE CLONES DE AJO JASPEADO DURANTE EL PROCESO DEMEJORAMIENTO EN AGUASCALIENTES

<sup>1</sup>Luis Martín Macías Valdez, <sup>2</sup>Luis Humberto Maciel Pérez

<sup>1,2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón.

\*E-mail: macias.luis@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales países productores y exportadores de ajo en el mundo, para el año 2010, se estableció una superficie de 4,914 ha, con un rendimiento medio de 9,660 t ha<sup>-1</sup>, una producción a nivel nacional de 47,429 t. Para el estado de Aguascalientes en el mismo año se establecieron 183 ha con un rendimiento promedio de 13.970 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2012) y a pesar de esta baja superficie, Aguascalientes, el séptimo lugar en superficie destinada a este cultivo a nivel nacional y segundo en rendimiento por unidad de superficie. El problema observado en la zona productora de ajo del estado de Aguascalientes fue que se presentó una disminución paulatina del rendimiento a partir de 1984, año en que se obtuvo una producción de 10.5 t ha<sup>-1</sup> la cual representó el valor histórico más alto, mismo que fue disminuyendo hasta 7.5 t ha<sup>-1</sup> en 1991 (SAGARPA, 2001 y SARH, 1982-2000). Para el año 2010, se sembraron 314 ha con un rendimiento promedio de 10.950 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2010). Este valor se ha incrementado en los últimos años debido a que se han utilizado semillas de mayor potencial productivo y se han mejorado las técnicas de producción (SIAP, 2010). Se determinó que las causas de la disminución del rendimiento fueron por una parte el uso de semilla de bajo potencial productivo y por la otra problemas fitosanitarios, ya que por muchos años los productores de ajo comercializaron los bulbos más grandes y de mejor calidad con el propósito de obtener mejores precios en el mercado y a la utilización de los peores bulbos como semilla. Esta situación que se presenta 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 plantación de los dientes pequeños, que no permite lograr bulbos de gran tamaño y peso, se le conoce como selección negativa, la cual es más acentuada cuando el tipo de ajo utilizado presenta variabilidad para el carácter diámetro y peso de bulbo. Además, esta práctica origina una mezcla permanente de clones (Burba, 1992) y también la presencia de enfermedades como la pudrición blanca *Sclerotium cepivorum* Berk y la pudrición de la raíz causada por un complejo de hongos *Fusarium*, *Botrytis*, *Penicillium*, etc. (Velásquez y Macías, 2006). En Aguascalientes, se ha cultivado el ajo tipo Perla que produce bulbos de color blanco desde que inició su cultivo a principios de la década de 1960 el cual se

destina principalmente para el mercado de exportación, sin embargo los productores también están sembrando el ajo tipo Jaspeado que tiene como destino el mercado nacional con la finalidad de ampliar su mercado de ventas, sin embargo, no se adapta a las condiciones ambientales de esta zona ya que un alto porcentaje de plantas no produce bulbos, solo unas estructuras de aspecto esponjoso llamados bulbos de hule. El objetivo del presente trabajo es obtener un genotipo de ajo con alto potencial productivo y que produzca bulbos bien formados en porcentajes cercanos al 100% a través del mejoramiento genético por selección individual.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Con el fin de reunir el material genético de ajo para iniciar el presente proyecto, se llevó a cabo la recolecta de bulbos en la zona productora de ajo en la época de cosecha que es durante el mes de mayo, debido a que en estas fechas se efectúa la cosecha comercial y que son las adecuadas para elegir los bulbos con base a las características de rendimiento y calidad deseadas, tales como: tamaño, forma, sanidad y color del bulbo. Se trabajó con dos grupos de ajo Jaspeado que fueron el Chino y el Coreano, cada uno de los cuales cuenta con una cantidad variable de clones en proceso de selección. A los bulbos de cada clon se les ha sometido a un proceso riguroso de selección a través del cual se han ido conservado los individuos sobresalientes por su rendimiento y calidad. Así mismo, eliminaron los bulbos madre que tuvieron 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. En cada ciclo de selección se establecen los clones en el campo para su evaluación, sembrando cada uno de los clones de manera independiente, también de manera independiente los dientes provenientes de cada bulbo, esto con el fin de tener identificada correctamente la descendencia genealógica de cada colecta. Cada uno de los clones por tener diferente número de bulbos, se plantaron en franjas, ya que durante el proceso de selección en algunos clones se eliminó mayor cantidad de bulbos por no reunir las características deseadas, mientras que en otros se conserva mayor número de bulbos. Para analizar los datos de rendimiento y número de dientes se realizó un análisis de varianza con un diseño completamente al azar con submuestreo, con diez muestreos al azar por clon, se incluyó un testigo para hacer las comparaciones de rendimiento el cual fue tomado al azar de una parcela de un productor de ajo de la región. La prueba empleada fue la Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.05 de probabilidad.

## RESULTADOS

Clones de ajo Jaspeado (Chino). El análisis de varianza detectó diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.05$ ) para la variable rendimiento, lo que indica que los clones de ajo tuvieron un comportamiento diferente entre ellos a un nivel de probabilidad del 95%, así como para la variable número de dientes. El valor del coeficiente de variación de fue de 14.5 y 8.7% respectivamente los cuales se consideran aceptables, lo que indica que los datos utilizados para el análisis son confiables. En el cuadro 1 se presentan el rendimiento promedio de los 11 los clones de ajo Chino y el número de dientes, donde se observa que el clon CH-GV04P mostró la más alta producción seguido por CH-CL05PE, los cuales son iguales estadísticamente con rendimientos superiores a las  $19 \text{ t ha}^{-1}$ , valores considerados altos. Además, dichos clones más rendidores presentaron 14.2 y 13.7 dientes por bulbo, estos valores se consideran aceptables para continuar con el proceso de mejoramiento debido a que con menos de 16 dientes por bulbo se consideran como bulbos de calidad aceptable. Los restantes clones mostraron un rendimiento descendente hasta llegar al clon CH-AR04 que tuvo el rendimiento más bajo de los clones en proceso de mejoramiento con  $12,696 \text{ kg ha}^{-1}$  y fue el que menor que el testigo comercial. Además, se presenta el porcentaje de bulbos formados donde se observa que los valores son bajos siendo el clon CH-GV05E el que obtuvo el máximo valor con 64.6%, sin embargo al considerar el promedio se observa que casi la mitad de las plantas produjeron bulbos y la otra mitad no produjo, solo fueron estructuras esponjosas.

Cuadro 1. Prueba de medias para rendimiento y número de dientes de clones de ajo Jaspeado (Chino). Ciclo de producción otoño-invierno 2012-2013. INIFAP-Campo Experimental Pabellón.

Clon	Rendimiento kg/ha*	Número de dientes*	Porcentaje de bulbos formados
CH-GV04P	19,867 a	14.2 bcd	55.1
CH-CL05PE	19,058 ab	13.7 d	46.3
CH- AR04PE	18,741 bc	15.6 a	48.6
CH-GV04	18,070 abcd	15.1 ab	61.0
CH-GV04E	18,054 abcd	13.7 d	54.7
CH-CL05	17,904 abcd	15.4 a	61.9

CH-GV05	17,528 abcde	13.6 d	43.9
CH-CL05P	16,960 bcde	14.6 abcd	45.7
CH-GV05E	16,430 cde	13.7 d	64.6
CH-GV05P	16,045 de	15.4 a	29.6
CH-CL05E	15,654 def	13.7 d	49.8
CH-GV05PE	15,238 efg	15.0 abc	54.5
CH-AR04E	13,441 fg	14.1 bcd	58.3
CH-TESTIGO	12,995 g	13.5 d	54.6
CH-AR04	12,696 g	14.0 cd	45.4
		PROMEDIO = 51.6	

\*Los valores unidos con la misma literal son iguales estadísticamente ( $p \leq 0.05$ )

DMS = 2,0525 kg ha<sup>-1</sup> para rendimiento

DMS = 0.6 para número de dientes

Los porcentajes de bulbos formados por el ajo Chino durante cinco ciclos de producción, demuestran que los clones que presentaron mayor cantidad de bulbos formados fueron el CH-GV04 y CH-CL05, ambos con el 73% de las plantas totales establecidas en el campo, el restante 27% de las plantas en lugar de bulbos produjeron unas estructuras de aspecto esponjoso llamados bulbos de hule los cuales no producen dientes solo capas protectoras muy gruesas. Estos comportamientos pueden ser debidos a que este tipo de ajo no se adapta adecuadamente a las condiciones ambientales de esta región, sin embargo con los trabajos de selección individual se han detectado materiales que se adaptan más que otros. Estos materiales superiores, con estas tendencias y una alta presión de selección se pueden obtener clones que se adapten a esta región productora de ajo en valores cercanos al 100%.

Clones de ajo Jaspeado (Coreano). El análisis de varianza detectó diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.05$ ) para la variable rendimiento, así como para la variable número de dientes. El valor del coeficiente de variación de fue de 16.5 y 15.3% respectivamente los cuales se consideran aceptables. En el Cuadro 2 se presentan los rendimientos promedio de los clones



de ajo del grupo Coreano, se observa que el clon COR-BM05E mostró la más alta producción seguido por otros cuatro clones que son iguales estadísticamente en cuanto a rendimiento, y tienen un rendimiento por arriba de  $19 \text{ ton ha}^{-1}$  y un número de dientes aceptable que ronda en los 16 dientes por bulbo, estos valores indican que tienen buena calidad ya que se considera un número adecuado, además son iguales estadísticamente ( $p \leq 0.05$ ) a otros tres clones que tienen rendimientos arriba de las  $19 \text{ t ha}^{-1}$  y con alrededor de 14 dientes por bulbo.

Cuadro 2. Prueba de medias para rendimiento y número de dientes de clones de ajo Jaspeado (Coreano). INIFAP-Campo Experimental Pabellón.

Clon	Rendimiento kg/ha*	Número de dientes*	Porcentaje de bulbos formados
COR-TESTIGO	21,212 a	14.6 bc	50.0
COR-BM05E	20,984 ab	16.3 bc	27.6
COR-BM05	20,838 ab	14.9 bc	35.9
COR-AR04E	19,500 abc	14.7 bc	37.3
COR-AR04	19,242 abcd	14.4 bc	38.8
COR-CAL06	18,951 abcd	14.5 bc	29.1
COR-CAL07	18,846 abcd	16.8 b	49.6
COR-CAL07E	18,783 abcd	14.9 bc	48.9
COR-BM05PE	18,534 bcd	21.9 a	79.3
COR-AR04PE	17,642 cde	13.8 c	25.3
COR-AR04P	17,006 de	14.7 bc	52.2
COR-BM05PPE	16,384 e	21.4	96.4
COR-CAL06E	15,546 e	16.8 b	39.1
COR-BM05P	12,512 f	15.5 bc	40.7
		PROMEDIO = 46.4	

\*Los valores unidos con la misma literal son iguales estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ).

DMS =  $2,451 \text{ kg ha}^{-1}$  para rendimiento.

DMS = 2.8 para número de dientes.

Los porcentajes de bulbos formados por el ajo Jaspeado del grupo Coreano durante cinco ciclos de producción, presentaron mayor cantidad de bulbos formados fueron el COR-BM05PPE y COR-BM05PE, ambos con el mismo origen y con el 97% y 81% de las plantas de la población total establecida en el campo, el restante 3% y 19% de las plantas en lugar de bulbos produjeron, bulbos de hule los cuales no producen dientes solo capas protectoras muy gruesas. Por otra parte, en el ciclo de producción 2008-2009 fue donde se obtuvo el mayor porcentaje de bulbos formados con el 92%, y el menor porcentaje en el ciclo 2011-2012 con el 46%. Y el porcentaje global de formación de bulbos que involucra a todos los ciclos de cultivo y todos los clones de ajo fue del 66%. Estos comportamientos pueden ser debidos a que este tipo de ajo no se adapta adecuadamente a las condiciones ambientales de esta región.

### **CONCLUSIONES**

De los grupos de ajo tipo Jaspeado (Chino y Coreano) se observó que del 100% de las plantas que conforman la población total no todas las plantas producen bulbos, solo ciertos porcentajes que varían de un clon a otro y de un ciclo de producción a otro. Estos comportamientos pueden ser debidos a que este tipo de ajo no se adapta adecuadamente a las condiciones ambientales de esta región, sin embargo con los trabajos de selección individual se han detectado materiales que se adaptan más que otros, estos materiales superiores y con una alta presión de selección se pueden obtener clones que se adapten a esta región productora de ajo en valores cercanos al 100%.

### **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.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2010. Producción agrícola. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). [En línea]. [http://www.siap.gob.mx/aagricola\\_siap/ientidad/index.jsp](http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/ientidad/index.jsp). (Revisado el 28 de septiembre de 2010).
- 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.

## **RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FORRAJE INVERNAL OBTENIDO CON DIFERENTES VARIEDADES DE PASTO ANUAL CULTIVADAS EN DURANGO**

**Hilario Flores-Gallardo<sup>1\*</sup>, Pablo Alfredo Domínguez-Martínez<sup>1</sup>, Rigoberto Rosales-Serna<sup>1</sup>, Rafael Jiménez-Ocampo<sup>1</sup>, María Virginia Montelongo-Torres<sup>2</sup> y Cynthia Adriana Nava-Berumen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>INIFAP-CIRNOC-CEVAG. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5. Durango, México. C. P. 34170. Tel. 618-8260426, ext. 207. \*flores.hilario@inifap.gob.mx. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Carretera Durango-México km 22.5. Villa Montemorelos, Dgo., México. C. P. 34371. <sup>3</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango-El Mezquital km 11.5. Durango, México. C. P. 34170.

### **INTRODUCCIÓN**

En Durango, se registra falta de forraje y reducida disponibilidad de raciones balanceadas para alimentar el ganado bovino en la época seca del año. Se considera necesario promover la finalización (engorda) de bovinos productores de carne, con el fin de comercializar y sacrificar animales con un peso vivo de 350 kg. Para lograrlo, se requiere mejorar la eficiencia de la planeación productiva y reducir los costos de alimentación mediante la selección de especies forrajeras de alta productividad y calidad nutricional. Se han propuesto diferentes especies para producir forrajes y suplementos, con el fin de reducir el déficit de alimento para el ganado que se registra de manera recurrente en la región Norte-Centro de México (Ye *et al.*, 2001; Núñez *et al.*, 2010). El mejoramiento de la dieta alimenticia incrementará sustancialmente la eficiencia productiva y reproductiva del ganado bovino criado en Durango.

La alimentación balanceada, nutritiva y altamente digestible es necesaria para que el ganado bovino manifieste su potencial genético en el cumplimiento de los parámetros productivos y reproductivos (Pond *et al.*, 2004; González *et al.*, 2007). Con el incremento de la disponibilidad de forraje y la elaboración de raciones balanceadas para el ganado bovino se espera incrementar la competitividad y rentabilidad de la producción pecuaria en Durango. Entre las especies vegetales útiles en la producción de forraje de alta calidad se menciona el pasto ballico anual (*Lolium multiflorum*), conocido también como Ryegrass. Las empresas comercializadoras de semilla han generado nuevas variedades de ballico anual y perenne (*Lolium perenne*) de alto rendimiento y digestibilidad, las cuales deben validarse en Durango para considerar su utilidad en la producción de forraje.

Las variedades de pasto ballico anual toleran el frío invernal, muestran alta eficiencia en el uso del agua y el forraje que producen es de alta calidad nutricional y digestiva. En Durango, se promueve el uso de diferentes variedades de ballico anual, entre las que sobresalen Hércules y Maximus. Estas variedades se recomiendan por su vigor, establecimiento rápido, altos valores

de palatabilidad, contenido de nutrientes y proporción de proteína. Existen también en el mercado otras variedades recomendadas en Durango, como es el caso de la mezcla Green perenne y Tetraploide. La variedad de trigo (*Triticum aestivum*) TD 5 posee un alto potencial forrajero y se ha propuesto su uso para reducir costos de alimentación y al mismo tiempo incrementar la competitividad de los productores agropecuarios de Durango (López *et al.*, 2012).

La selección de las mejores opciones forrajeras para Durango se debe realizar con base en la alta producción de forraje, preferencia del ganado, alta digestibilidad, valores nutricionales altos y niveles bajos de factores antinutricios (Ball *et al.*, 2001). Algunos criterios importantes en la evaluación de la calidad de los forrajes son el análisis químico proximal (AOAC, 1990) y las pruebas de digestibilidad (Giraldo *et al.*, 2007). El objetivo fue evaluar en Durango la producción de forraje y digestibilidad de tres variedades de Ryegrass anual, una de Ryegrass perenne y una de trigo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo otoño-invierno (O-I) 2013-2014 se sembraron tres variedades de Ryegrass anual (Hércules, Maximus y Tetraploide), una mezcla Green Perenne (Ryegrass perenne) y se incluyó una variedad de trigo (TD 5) como referencia. La siembra se realizó el 04 de octubre de 2013 en los terrenos del Campo Experimental Valle del Guadiana (INIFAP-Durango); para ello, se utilizó una sembradora Aitchinson grassfarmer 1414C. Se utilizaron franjas apareadas de 50 m de longitud y 10 m de ancho, con hileras de plantas a cada 15 cm. Se aplicaron nueve riegos de auxilio y se fertilizó con la dosis 180-60-00 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) fraccionada en tres aplicaciones: al momento de la siembra (60-60-00), 94 días después de la siembra (DDS) (60-00-00) y 168 DDS (60-00-00). Además de la precipitación ocurrida durante la duración del estudio, se aplicaron nueve riegos de auxilio para evitar el estrés hídrico en las plantas. El control de la maleza se realizó mediante aplicaciones del herbicida 2,4-D: sal dimetilamina del ácido 2,4-Diclorofenoxiacético.

Se realizaron seis muestreos para la evaluación del rendimiento de forraje verde, forraje seco y determinación de la digestibilidad *in vitro*. Los muestreos se iniciaron 75 días después de la siembra (DDS) y para su realización se utilizó un cuadrante de 25 cm x 25 cm. En cada franja se muestreó de manera sistemática en seis sitios y las plantas incluidas en el cuadrante se cortaron 5 cm por arriba del suelo, posteriormente se colocaron en bolsas de papel rotuladas. Se pesó el forraje verde de cada muestra en campo y para ello se utilizó una balanza digital con precisión de 0.01 g. Después se colocaron las muestras en una estufa de aire forzado, con el fin

de obtener el peso seco. Al final de cada muestreo se cortó el pasto con la máquina segadora-acondicionadora de forrajes y se dejó rebrotar libremente hasta el siguiente muestreo. Para la determinación de la digestibilidad *in vitro* se utilizó el protocolo propuesto por el fabricante de la incubadora Daisy<sup>II</sup>® (Ankom Technology. Macedon, NY, USA). Los datos de cada muestreo se analizaron en un diseño experimental completamente aleatorio con seis repeticiones para las variables de campo y dos para la prueba de digestibilidad *in vitro*. Cuando se obtuvieron diferencias estadísticas se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la mayoría de los muestreos se observaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre variedades para la producción de forraje verde (Figura 1). En todos los muestreos la variedad Maximus registró rendimiento alto de forraje verde, aunque en el primer muestreo todas las especies y variedades resultaron estadísticamente iguales. A partir del segundo muestreo la variedad Maximus mostró un rendimiento de forraje verde significativamente mayor al resto de los tratamientos. Esta variedad alcanzó un rendimiento acumulado de 242 t ha<sup>-1</sup> a los 241 DDS. La variedad de trigo acumuló 141 t ha<sup>-1</sup>, por lo que fue superada de forma significativa por todos los pastos anuales y perennes. Otra variedad que mostró un rendimiento alto fue el pasto Hércules con 212 t ha<sup>-1</sup> y esto le permitió superar al resto de las variedades de pasto como fue Tetraploide (197.9 t ha<sup>-1</sup>) y la mezcla Green Perenne (200.5 t ha<sup>-1</sup>).

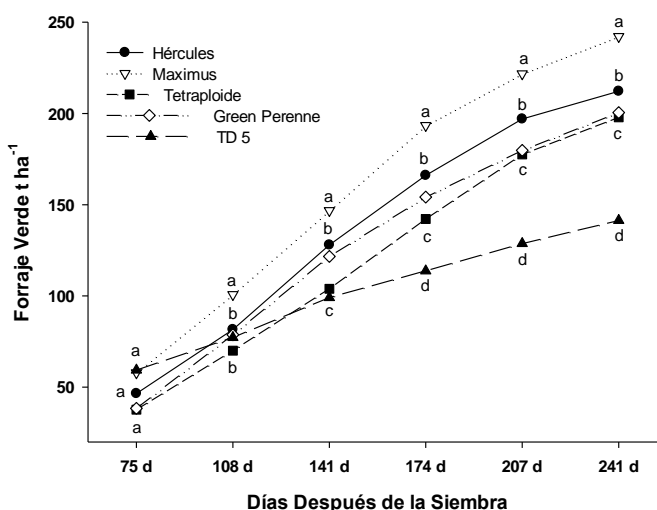


Figura 1. Rendimiento de forraje verde en diferentes especies y variedades cultivadas en Durango durante el ciclo O-I 2013-2014.

En el caso del forraje seco se observaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre variedades, en todos los muestreos (Figura 2). En el primer muestreo (75 DDS) se observó que el rendimiento de forraje seco del trigo TD 5 ( $10.2 \text{ t ha}^{-1}$ ) y la variedad Maximus ( $7.2 \text{ t ha}^{-1}$ ) fue significativamente superior al obtenido con los pastos Hércules ( $6.1 \text{ t ha}^{-1}$ ), Tetraploide ( $6.1 \text{ t ha}^{-1}$ ) y Green Perenne ( $5.6 \text{ t ha}^{-1}$ ). A partir del tercer muestreo la mezcla Green Perenne ( $37.8 \text{ t ha}^{-1}$ ) y la variedad Maximus ( $37.2 \text{ t ha}^{-1}$ ) acumularon una mayor cantidad de materia seca, en comparación con el resto de las especies y variedades evaluadas. La variedad de trigo utilizada como referencia registró un rendimiento acumulado de forraje ( $25.5 \text{ t ha}^{-1}$ ) significativamente inferior a todas las especies de pasto incluidas en el estudio.

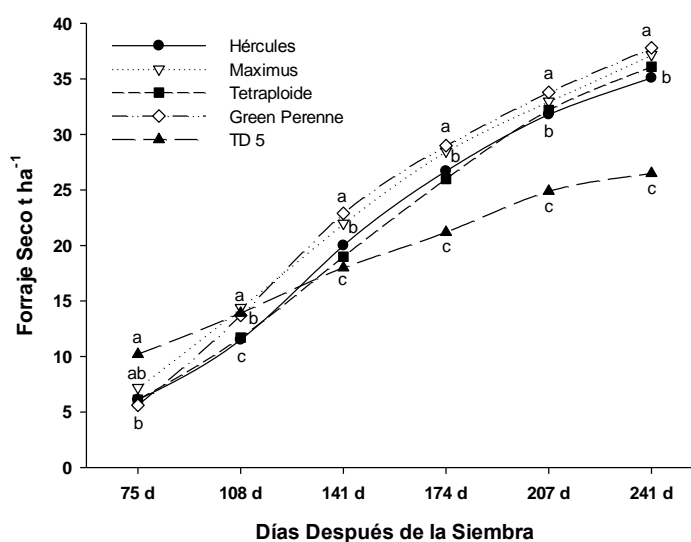


Figura 2. Rendimiento de forraje seco en diferentes especies y variedades cultivadas en Durango durante el ciclo O-I 2013-2014.

La digestibilidad de los forrajes obtenidos con todas las especies y variedades mostró igualdad estadística en los seis muestreos realizados en el estudio (Cuadro 1). Se observó una reducción de la digestibilidad a medida que se incrementaron las temperaturas durante la primavera. En el primer muestreo realizado en diciembre, se registró una digestibilidad promedio de 86.0 % y en el sexto muestreo (mayo) se obtuvo un valor de 66.9 %. La digestibilidad promedio más alta se registró en el pasto de la mezcla Green perenne (80.2 %) y Tetraploide (79.2 %), aunque los valores fueron estadísticamente iguales entre especies y variedades. Todas las especies tuvieron un comportamiento similar al mencionado en otros estudios en los que la digestibilidad del forraje se redujo conforme se incrementó la temperatura (Wilson y Minson, 1983; Ball *et al.*, 2001). La digestibilidad obtenida en el estudio fue alta en comparación con otros reportes en los

que se muestran valores entre 61.9 % y 63.3 %, para el caso del forraje de pasto analizado con tres métodos de evaluación de la digestibilidad *in vitro* (Holden, 1999). El mejoramiento genético del pasto utilizado para corte y pastoreo logró la obtención de variedades con valores altos de productividad de forraje verde (Maximus y Hércules), rendimiento de forraje seco (Maximus y Green perenne) y digestibilidad (Green Perenne y Tetraploide).

Cuadro 1. Digestibilidad en diferentes especies y variedades forrajeras cultivadas en Durango durante el ciclo O-I 2013-2014.

	Días Después de la Siembra						Promedio
	75	108	141	174	207	241	
	Digestibilidad verdadera <i>in vitro</i> de la materia seca (%)						
Hércules	87.5 a	82.4 a	82.8 a	75.0 a	75.6 a	65.1 a	78.1
Maximus	82.0 a	83.8 a	83.2 a	78.8 a	77.7 a	65.6 a	78.5
Tetraploide	87.5 a	85.9 a	81.5 a	77.0 a	74.4 a	69.2 a	79.2
Green Perenne	89.5 a	87.4 a	81.4 a	78.9 a	77.7 a	66.5 a	80.2
TD 5	83.3 a	71.0 a	83.8 a	80.0 a	70.2 a	67.8 a	76.0
Media	86.0	82.1	82.5	77.9	75.1	66.9	

<sup>a</sup> = medias con la misma literal, dentro de la columna, no difieren estadísticamente (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

El pasto Maximus y Hércules representan una opción viable para la producción de altas cantidades de forraje durante la temporada de invierno, aunque su calidad decrece al inicio de la primavera. El pasto Ryegrass de la mezcla Green perenne y Tetraploide producen forraje de alta digestibilidad; aunque su productividad es inferior a la registrada en Maximus y Hércules. El trigo es una alternativa para la producción de forraje de calidad aceptable, aunque su productividad y eficiencia de rebrote es inferior a la observada en los pastos anuales.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> ed. American Organization. Arlington, VA. USA. 730 p.
- Ball, D. M.; M. Collins; G. D. Lacefield; N. P. Martin; D. A. Merstens; K. E. Olson; D. H. Putnam; D. J. Undersander; M. W. Wolf. 2001. Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01. Park Ridge, IL. USA. 17 p.
- González R., H.; F. O. Carrete C.; F. Meraz D. 2007. Cadena agroalimentaria bovinos carne en Durango: Diagnóstico y perspectivas de mercado. Publicación Técnica Núm. 2. INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, México. 128 p.
- Giraldo, L. A.; L. A. Gutiérrez; C. Rúa. 2007. Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 20: 269-279.

- Giraldo, L. A.; L. A. Gutiérrez; C. Rúa. 2007. Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20: 269-279.
- Holden, L. A. 1999. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. *J. Dairy Sci.* 82: 1791-1794.
- López H., J.; R. Rosales S.; R. Jiménez O.; O. G. Núñez M.; S. Arellano A.; A. Castillo R. 2012. Potencial forrajero de cereales de grano pequeño en riego, ciclo otoño-invierno, Durango, México. *In: Memoria del XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética.* Monterrey, N. L. México. pp: 77.
- Núñez M., O. G.; R. Rosales S.; G. Acosta L.; C. A. Nava B.; R. Jiménez O. 2010. Validación del potencial forrajero de especies cultivadas en Durango, México. *In: Memoria de la XXII Semana Internacional de la Agronomía FAZ-UJED.* Gómez Palacio, Durango, México. pp: 836-841.
- Pond, W. G.; D. C. Church; K. R. Pond; P. A. Schoknecht. 2004. *Basic animal nutrition and feeding.* 5th Edition. Wiley. Hoboken, NJ. USA. pp: 14-35, 215-249.
- Ye, C. W. E.; H. Díaz, S.; A. J. Lozano del R.; V. M. Zamora V.; M. J. Ayala O. 2001. Agrupamiento de germoplasma de triticale forrajero por rendimiento, ahijamiento y gustosidad. *Técnica Pecuaria en México* 39 (1): 15-30.
- Wilson, J. R.; D. J. Minson. 1983. Influence of temperature on the digestibility of the tropical legume *Macroptilium atropurpureum*. *Grass and Forage Science* 38: 39-44.



---

---

## **PRODUCCIÓN DE MAÍZ (*Zea mays*) EN TEMPORAL DE ZONAS SEMIÁRIDAS CON FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN LA REGIÓN DE SAN LUIS DEL CORDERO, DURANGO**

**Jesús Arcadio Muñoz Villalobos<sup>1</sup>, Hilario Macías Rodríguez<sup>1</sup>, Miguel Rivera González<sup>1</sup>, Miguel Agustín Velásquez Valle<sup>1</sup>, Ignacio Sánchez Cohen<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CENID-RASPA INIFAP. Margen Derecha Canal Sacramento km 6+500, Gómez Palacio, Dgo. villalobos.arcadio@inifap.gob.mx; velasquez.agustin@inifap.gob.mx;

### **INTRODUCCIÓN**

El territorio nacional comprende 198 millones de hectáreas conformadas en 15% de tierras agrícolas, 58% de tierras de agostadero y esparcimiento, 23% de bosques y selvas, y el restante 4% en cuerpos de agua y asentamientos humanos. El 30% del territorio nacional está cubierto por vegetación de zonas áridas. Con base en la distribución de lluvias y la disponibilidad de infraestructura hidro-agrícola, se estima que en las zonas áridas y semiáridas del país, donde se han registrado sequía de manera recurrente en los últimos seis años, se siembran bajo condiciones de temporal 5.7 millones de hectáreas, de las cuales 25% presenta condiciones de muy alta siniestralidad y muy baja productividad. Es común que cuando ocurren heladas tempranas, los daños pueden llegar a ser catastróficos. En el ciclo primavera-verano de 2004 se produjeron 19,000 toneladas de maíz (SAGARPA, 2007; 2010). El maíz es uno de los alimentos importantes en la canasta básica del mexicano, el cual consume en promedio 343 gramos diarios, 72 % del total de cereales consumidos en el país. (FAOSTAT, 2010). La siembra estimada de maíz en México para 2010 fue de 7.86 millones de hectáreas, 36 % del área total cultivable del país. De la superficie sembrada con maíz, el 82 % se estableció bajo condiciones de temporal y el volumen de producción total fue 24.4 millones de toneladas (SIAP, 2010). Las áreas de temporal cubren la mayor parte de la superficie potencial cultivable de México con alrededor de 25 millones de hectáreas.

El 80% de esta superficie de temporal se encuentra repartida en 15 estados de la república entre los que destacan: Chihuahua, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas, México, Durango y Guanajuato. Los cultivos sembrados bajo estas condiciones son principalmente: maíz, trigo, cebada, y frijol. Setenta y siete por ciento de la superficie de riego de 5 millones de hectáreas que tiene el país se concentra en 10 estados repartidos en el norte del país, y en el Centro-Occidente donde destacan los estados de Michoacán, Jalisco y Guanajuato. Los principales cultivos sembrados bajo condiciones de riego son: maíz, sorgo, trigo, caña de azúcar y hortalizas, (INEGI, 2005). La demanda mundial de fertilizantes químicos ha desencadenado un alto costo de los mismos

---

(Castellanos *et al.*, 2005), en México se ha convertido en un problema de carácter nacional, ya que estos son derivados del petróleo y a su precio se ha incrementado en 500% en los últimos cinco años (Torres, 2013). Actualmente, la producción nacional de fertilizantes es de 1.7 millones de toneladas pero se requieren 4.6 millones para satisfacer las necesidades nacionales por lo que se importan 2.9 millones de toneladas a un costo de 9 mil millones de pesos (Botello, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de la fertilización química sobre el rendimiento de maíz y la producción de materia seca (que es utilizada como forraje).

### MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue establecida bajo condiciones de temporal en terrenos de productores de las zonas de terracedo la localidad de San Luis del cordero, Durango en un suelo de arcilloso con una buena profundidad, pendiente menor del 2% y textura arcillosa. El área corresponde a la zona media de la cuenca de San Pedro del gallo, Durango, el sitio pertenece a la zona semiárida del estado, con lluvias en verano con una precipitación pluvial anual de  $\leq$  a 400 mm y temperaturas que oscilan entre 9° hasta los 40° centígrados.

#### Tratamientos

Los tratamientos a evaluar en el experimento fueron obtenidos a partir de dosis de fertilización 120-40-00, 180-60-00 y 240-80-00 de nitrógeno y fósforo, además de un testigo sin fertilización, respectivamente, aumentando en este experimento la dosis de nitrógeno hasta 240 kg ha<sup>-1</sup> y se redujo hasta 0.0 kg ha<sup>-1</sup> (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamiento de nutrición en maíz de punta de riego en Michoacán.

Tratamiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Adicional
1	00	00	00	(testigo)
2	120	40	00	
3	180	60	00	
4	240	80	00	

El maíz sembró con una variedad criolla de la región, a una distancia de 25 cm dejando una planta por mata y a una separación de surco de 80 cm, cada parcela experimental constó de 5 surcos de 5.0 m de largo, para tener una población de 50 mil plantas hectárea en temporal, tomando como parcela útil los dos surcos centrales. El diseño experimental fue bloques al azar

con cuatro repeticiones. Los datos registrados fueron altura de planta, el rendimiento de grano al 12% de humedad y rendimiento de materia seca. Se efectuó ANOVA para la variable rendimiento de grano mediante MITAB V16 y separando la medias de rendimiento de grano con Tukey al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis estadístico mostraron diferencias significativas entre tratamientos de fertilización, principalmente en el rendimiento de grano, sin embargo, el análisis no encontró diferencias en rendimiento de materia seca. Estos resultados obtenidos indican que las aplicaciones de dosis altas de fertilizante no se reflejan proporcionalmente en mayores rendimientos de grano o materia seca (Cuadro 2). En el municipio de San Luis del Cordero, el nitrógeno es factor clave en la obtención de altos rendimientos de maíz, pero no en exceso. Si se considera que con una dosis de 120 unidades de nitrógeno dado por el tratamiento T2 (120-40-00), se obtuvo una producción de  $3.9 \text{ t ha}^{-1}$  de grano, esta importancia se observa claramente ya que al compararse con el rendimiento testigo sin fertilizar que produjo  $2.5 \text{ t ha}^{-1}$ , el rendimiento se incrementó en  $1.4 \text{ t ha}^{-1}$ , lo cual indica la importancia del nitrógeno en el maíz.

Por otra parte los tratamientos con una mayor concentración de nitrógeno y fosforo (tratamiento 3 con 160-60-00 y tratamiento 4 con 240-80-00) sólo superaron el rendimiento del testigo con  $0.8 \text{ t ha}^{-1}$  y  $1.0 \text{ t ha}^{-1}$ . Pagani *et al.*, (2008) encontraron una respuesta similar a la que aquí se reportada, ya que con  $0.0 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno el rendimiento de maíz, se encontró en  $4.5 \text{ t ha}^{-1}$ , mientras que con una dosis de  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  aumentó a  $8.5 \text{ t ha}^{-1}$  de grano, sin embargo, a una dosis de  $160 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno el rendimiento subió a  $12.0 \text{ t ha}^{-1}$ , teniendo un máximo de  $12.5 \text{ t ha}^{-1}$  y una dosis de 210 kilogramos de nitrógeno, oviamente bajo condiciones de riego.

Los resultados del análisis estadístico muestran diferencias significativas en rendimiento de grano entre los tratamientos de fertilización con 120-40-00 y el de 240-80-00 de nitrógeno y fosforo con respecto al tratamiento testigo sin fertilización con una menor producción de maíz. La diferencia en rendimiento fue hasta de  $1.424 \text{ t ha}^{-1}$  y  $1.042 \text{ t ha}^{-1}$ . Los análisis mostraron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización química y el testigo, en la producción de materia seca ya que todos produjeron más de las  $3.2 \text{ t ha}^{-1}$ , sin embargo, la fertilización en áreas de temporal en el estado de Durango con precipitaciones  $\geq 400 \text{ mm}$  de lluvia, son una buena alternativa para la producción de cereales como el maíz con un menor riesgo de mermar el rendimiento del cultivo.

Cuadro 2. Rendimiento de Maíz y altura de planta en la localidad de San Luis del Cordero, Durango con manejo nutricional químico bajo condiciones de temporal

Tratamientos	Altura de Planta	Rendimiento Grano (ton ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento Materia seca (ton ha <sup>-1</sup> )
TESTIGO	168a	2.5 b	3.4a
120-40-00	189a	3.9a	3.6a
180-60-00	164a	3.3a	3.3a
240-80-00	180a	3.5a	3.7a

En la Figura 1 se muestran los resultados en forma gráfica de las diferencias que se registraron en las medias de altura de planta entre los tratamientos de fertilización química con respecto a los tratamientos que tuvieron una menor altura de planta; la diferencia fue hasta de 21 cm entre el tratamiento testigo y el de la dosis de 120-40-00 que alcanzó una altura de 189 cm mientras el tratamiento sin fertilización creció hasta 168 cm. Este comportamiento se puede considerar como el efecto del nitrógeno sobre el crecimiento de la planta. Sin embargo, los análisis mostraron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización y el testigo. Es importante resaltar que el efecto del nitrógeno se notó por las diferencias en altura de las plantas entre los tratamientos de 120-40-00 y 240-80-00 de nitrógeno y fosforo con respecto al crecimiento de las plantas de maíz en el testigo mostrando diferencias de 21 cm y 12 cm respectivamente (Pagani *et al.*, 2008).



Figura 1. Se presenta en forma gráfica la respuesta de la altura de planta a los tratamientos de fertilización.

## CONCLUSIONES

Las dosis de fertilizante químico aplicadas tienen diferente efecto dependiendo el lugar, ya que en suelos no fertilizados por un periodo largo, si hay respuesta sobre todo en la fenología del cultivo.

No existe un efecto claro del fósforo y se requiere hacer pruebas con una dosis mayor que las probadas en este experimento.

La fertilización en áreas de temporal en el estado de Durango con precipitaciones  $\geq 400$  mm de lluvia, son una buena alternativa para la producción de cereales como el maíz con un menor riesgo de mermar el rendimiento del cultivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Botello B.E. 2008. Alza en el precio del petróleo disparará precio de fertilizantes. *InfoRural* 5:13-14
- Castellanos R., J. Cueto, J. Macías, J. Salinas, L. M. Tapia V., J. Cortes, I. González, H. Mata. 2005. La fertilización de los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. Folleto Técnico 1. INIFAP. Celaya, Gto. 44 p.
- FAOSTAT.2010. Food and agriculture organization of the United Nations. The Statistics Division of the FAO.
- INEGI. 2005. Estadísticas de producción agrícola en México. Boletín Estadístico INEGI. Aguascalientes, Ags.
- Torres G.S. 2013. Costo de producción actual de aguacate en huerto con manejo integrado huerta de temporal mes de febrero 2013. *El Aguacatero* 68:15-16
- Pagani A., H.E. Echeverría., H.R. Sainz R., P.A. Barbieri. 2008. Dosis óptima económica de nitrógeno en maíz bajo siembra directa en el sudeste bonaerense. *Revista Ciencias del Suelo*. Vol.26. No.2. Ciudad Autónoma de Buenos Aires ago./dic. 2008 56-61.
- SAGARPA. 2007. México exportó más de 8,000 mdd de productos agroalimentarios: SAGARPA. México, D.F., a 23 de septiembre de 2007. Num. 221/07. <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2007/septiembre/B221.pdf>.
- SIAP. 2010. (Servicio de Información Agropécuaria y Pesquera). Cierre de la producción agrícola por estado. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)

## EVALUACIÓN DE CEREALES DE GRANO PEQUEÑO FORRAJEROS EN LA REGIÓN ALTOS NORTE DE JALISCO

Jorge Humberto Villarreal Rodas<sup>1\*</sup>, Luis Eduardo Arias Chávez<sup>1</sup>, Gregorio Núñez Hernández<sup>2</sup>, Jorge Armando Bonilla Cárdenas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>C. E. Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, <sup>2</sup>C. E. La Laguna-INIFAP, <sup>3</sup>C. E. Santiago Ixcuintla-INIFAP, \*Jorge H. Villarreal [villarreal.jorge@inifap.gob.mx](mailto:villarreal.jorge@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En Jalisco se tiene una superficie de siembra de cultivos cercana a los 1.6 millones de hectáreas, de las cuales 357 mil se encuentran en Los Altos de Jalisco y sólo se siembran poco más de 16 mil hectáreas de cereales de grano pequeño (SIAP 2012), lo cual es poca superficie sembrada en comparación con el cultivo de maíz en esta región. Los cereales de grano pequeño son cultivos utilizados para la producción de forraje por varias razones, entre las que destacan las siguientes: 1) Tienen un buen potencial de producción de forraje, y son más eficientes en el uso del agua que otros cultivos como el maíz y el sorgo (Brouwer y Heibloem, 1986; Enciso *et al.*, 2004) con una necesidad de agua durante el ciclo de desarrollo de 250-500 mm (Ireta *et al.*, 2010); 2) la calidad nutritiva de su forraje es alta cuando se cosechan en su etapa óptima, por lo que se puede utilizar en cualquier etapa fisiológica del ganado; 3) son versátiles en su uso por que se pueden henificar, ensilar y pastorear; 4) se pueden producir todo el año ya que existen variedades de primavera e invierno; 5) su ciclo de producción es corto por lo que se pueden integrar en patrones de producción de más de un cultivo al año; 6) por su ciclo corto se pueden utilizar como fuente de forraje de emergencia (Oplinger *et al.*, 1997). Con base a lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la producción y calidad nutricional de especies y/o variedades forrajeras de grano pequeño en condiciones de temporal en la región Altos Norte de Jalisco.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el rancho "Maná", en el municipio de San Juan de los Lagos, Jalisco. Localizado en las coordenadas geográficas de 102° 22' 59.86" Longitud Oeste y 21° 21' 47.66" Latitud Norte, a una altitud de 1763 msnm, con clima semiseco con invierno, otoño y primavera secos y temperatura media anual de 18 °C. La precipitación promedio es de 539 mm en el periodo de mayo a octubre, el suelo es de textura migajón arcillo-arenoso con pH de 6.97. La siembra se realizó el día 20 de Julio de 2011 y 2 de Agosto de 2012 en condiciones de temporal bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se evaluaron 4

especies de cereales de grano pequeño, que incluyeron 16 variedades; 6 Avenas (Saia, Agata, Chihuahua, Karma, Obsidiana y Turquesa), 3 Cebadas (Cántabra, Forrajera 1 y Forrajera 2), 3 Trigos (Rebeca F2000, Nana F2000 y Altiplano F2000) y 4 Triticales (Eronga, Polmer, Río Nasas y Secano Tc196). La densidad de siembra fue de 100 kg ha<sup>-1</sup> mientras que la fertilización fue de 60-40-00 (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) todo el fósforo y el 25% N al momento de la siembra y el resto 40 días después de la siembra. Fueron un total de 48 unidades experimentales, cada unidad experimental constó de 4 surcos de 6 m. de largo y 0.3 m de ancho siendo un total de 7.2 m<sup>2</sup> por parcela. Se consideró los dos surcos centrales y 3 m de largo como parcela útil.

La cosecha se realizó en la etapa fenológica de grano lechoso-masoso. Las variables agronómicas medidas fueron: rendimiento de materia seca (RMS), rendimiento de materia verde (RMV), materia seca (MS), altura (ALT), acame (AC), roya (ROY), días a corte (DCOR), proporción de materia seca que corresponde a tallo (MSTA), proporción de materia seca que corresponde a hoja (MSHO), y proporción de materia seca que corresponde a espiga (MSES). Se realizaron los siguientes análisis: proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), energía neta de lactación (ENL), extracto etéreo (EE), cenizas (CEN) fibra detergente ácido (FDA) y lignina (LIG). Durante la estación de crecimiento se llevó el registro diario de la lluvia con base a un pluviómetro que se instaló en el lugar del experimento. Los datos de las variables estudiadas fueron analizados en el programa computacional SAS (1989) con una diferencia mínima significativa de P 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para San Juan de los Lagos (Figura 1) se acumularon 179 mm en el 2011 de Julio a Octubre, siendo 57 y 50% menor a la precipitación histórica (415 mm) y a la registrada en el 2012 (357 mm), respectivamente, durante el mismo periodo.

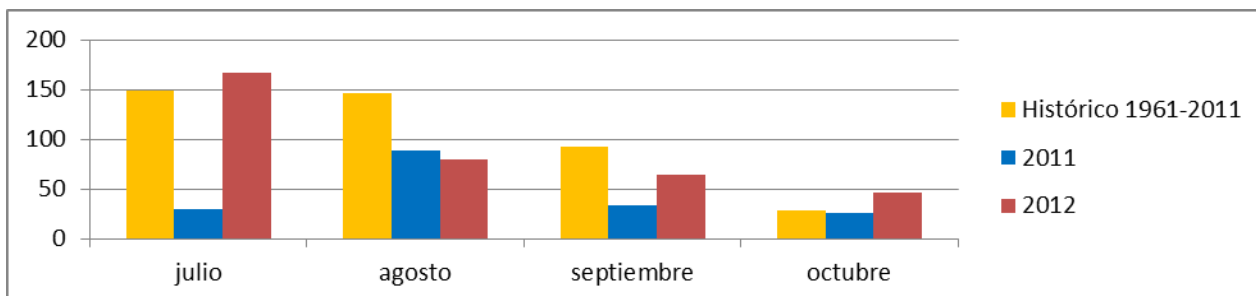


Figura 1. Precipitación registrada de Julio a Octubre en 2011 y 2012 comparado con el histórico en San Juan de los Lagos, Jal.

En el cuadro 1 se puede apreciar que los valores de rendimiento de materia seca, materia verde y altura fueron superiores ( $p < 0.05$ ) para los cereales en el año 2011 con 6.4 y 16.1 t/ha y 98 cm, aunque se registró menos cantidad de lluvia durante ese año la distribución por semanas fue mejor y el % de MS con el cual se realizó la cosecha fue más alta a comparación del año 2012, estos rendimientos se encuentran por debajo de lo reportado por Núñez *et al.*, 2010 en la región norte de México y Villarreal *et al.*, 2013 en la región Altos sur de Jalisco, pero similares a los reportados por Sánchez *et al.*, 2012 en Monte Escobedo Zac.; en roya se observó que tuvo más incidencia en el año 2012 probablemente debido a la mayor cantidad de precipitación que se registró durante ese año.

Cuadro 1. Efecto del año en las variables agronómicas de cereales de grano pequeño evaluados en temporal en San Juan de los Lagos, Jal.

AÑO	RMS t/ha	RMV t/ha	MS %	ALT cm	AC %	ROY %	DCOR días	MSTA %	MSHO %	MSES %
2011	6.4a	16.1a	41.2a	98a	3.2	0.2b	76	37.0	24.6	38.4
2012	4.0b	10.8b	37.9b	79b	2.4	2.6a	74	35.4	23.3	41.4
Promedio	5.2	13.4	39.5	88	2.7	1.4	75	36.2	24.0	39.9
$p < 0.05$	0.85	2.42	3.16	11	ns	1.66	ns	ns	ns	ns
C.V.	40.3	44.3	19.6	29.3	-	-	7.5	13.6	32.3	21.8

Rendimiento de materia seca (RMS), rendimiento de materia verde (RMV), materia seca (MS), altura (ALT), acame (AC), roya (ROY), días a corte (DCOR), proporción de materia seca que corresponde a tallo (MSTA), proporción de materia seca que corresponde a hoja (MSHO), y proporción de materia seca que corresponde a espiga (MSES)

En el análisis conjunto (cuadro 2) realizado para las variables agronómicas, observamos que no hubo diferencia para ALT, AC y ROY; sin embargo si hubo diferencia ( $p < 0.05$ ) para DCOR donde se aprecia que las variedades de cebadas forrajeras 1 y 2 junto con T. Nana F2000 formaron el grupo de los más precoces con 63, 63 y 64 días a corte, seguidos de A. chihuahua con 67 DCOR; para MSES se observa que A. Saia fue el material con mayor proporción con 55.3%, en MSHO todos los materiales fueron sobresalientes con excepción de Ceb. Forr. 2 con 17.2% y para MSES se observan nueve materiales con valores por arriba del promedio sobresaliendo la Ceb. Forr. 2.

Cuadro 2. Análisis conjunto de dos años de evaluación para variables agronómicas de cereales de grano pequeño en San Juan de los Lagos, Jal.

VARIEDAD	ALT cm	AC %	ROY %	DCOR días	MSTA %	MSHO %	MSES %
Ceb.Forr. 2	81	6.7	0	63e	29.0e	17.2b	53.8a
Tcl. Rio Nasas	97	0	0	85ab	41.5b	25.5ab	33.1bcd
Tcl. Polmer	78	0	0	86ab	36.9bcde	27.9ab	35.2bcd
Ceb. Cantabra	76	0.5	0	74bcde	41.2bc	32.6ab	26.2cd
A. Saia	123	11	0	96a	55.3a	25.2ab	19.4d
Tcl. Secano Tcl96	105	0.8	0	72cde	40.1bcd	18.5ab	41.4abc
A. Karma	94	10	6.0	74bcde	31.7bcde	19.2ab	49.2ab



Tcl. Eronga	98	0	0	78bcd	37.6bcde	21.7ab	40.7abc
Ceb. Forr. 1	70	3.3	0	63e	30.0de	24.7ab	45.3ab
T. Rebeca F2000	75	0	0	79bc	37.9bcde	23.0ab	39.1abc
T. Altiplano F2000	80	0	0	77bcd	35.6bcde	22.2ab	42.3abc
A. Turquesa	84	8.8	5.3	74bcde	29.8e	21.3ab	48.9ab
T. Nana F2000	110	0	1.7	64e	34.3bcde	17.9ab	47.8ab
A. Agata	87	1.7	1.7	81bc	31.1cde	33.8a	35.1bcd
A. Obsidiana	82	2.5	6.2	77bcd	34.7bcde	27.3ab	38.1abc
A. Chihuahua	83	0	1.2	67de	35.4bcde	25.1ab	39.5abc
<b>PROMEDIO</b>	<b>88</b>	<b>2.7</b>	<b>1.4</b>	<b>75</b>	<b>36.2</b>	<b>24.0</b>	<b>39.9</b>
<b>P&lt;0.05</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>11.58</b>	<b>10.16</b>	<b>15.88</b>	<b>17.88</b>
<b>C.V.</b>	<b>29.3</b>	<b>319</b>	<b>292</b>	<b>7.5</b>	<b>13.6</b>	<b>32.3</b>	<b>21.8</b>

Altura (ALT), acame (AC), roya (ROY), días a corte (DCOR), proporción de materia seca que corresponde a tallo (MSTA), proporción de materia seca que corresponde a hoja (MSHO), y proporción de materia seca que corresponde a espiga (MSES)

En un análisis en conjunto (Cuadro 3) realizado para rendimientos y calidad nutricional de los cereales, podemos observar que aunque no hubo diferencia ( $p>0.05$ ) en el RMS existen ocho materiales que se encuentran por encima de la media de los cuales destacan cuatro triticales, dos cebadas y dos avenas; para PC todos los materiales fueron estadísticamente sobresalientes con excepción de Ceb. Forrajera 2 y T. Rebeca F2000 con 11.31 y 11.08 %, sin embargo el valor promedio 12.62 %PC es muy similar a lo reportado por el NRC 2001 para avenas que es de 12.9 %PC; para FDN el material con mayor concentración fue A. Agata con 59.40% lo cual la hace la menos deseable ya que eso se traduce a menor digestibilidad por parte del animal que la va a consumir, pero el valor promedio de 53.28 %FDN se encuentra por debajo de lo que reporta el NRC 2001 para avenas que es de 60.6 %FDN.

Cuadro 3. Análisis conjunto de dos años de evaluación para rendimiento y calidad nutricional de cereales de grano pequeño en San Juan de los Lago, Jal.

VARIEDAD	RMS t/ha	RMV t/ha	MS %	PC %	FDN %
Ceb. Forrajera 2	6.58	18.7	36.8	11.31b	50.80bc
Tcl. Rio Nasas	6.25	13.4	46.9	11.95ab	50.93bc
Tcl. Polmer	6.04	12.6	46.2	11.85ab	52.70bc
Ceb. Cantabra	5.83	15.1	39.9	12.91ab	52.94abc
A. Saia	5.82	14.9	41.5	13.13ab	57.23ab
Tcl. Secano Tcl96	5.73	14.4	39.8	11.90ab	50.00c
A. Karma	5.55	14.3	38.5	11.71ab	52.57bc
Tcl. Eronga	5.30	12.6	41.7	11.45ab	52.73bc
Ceb. Forrajera 1	5.15	13.8	40.1	13.33ab	50.92bc
T. Rebeca F2000	4.93	11.6	44.5	11.08b	53.72abc
T. Altiplano F2000	4.90	12.0	42.8	11.94ab	53.60abc
A. Turquesa	4.61	13.4	34.3	13.79ab	54.48abc
T. Nana F2000	4.61	11.7	42.0	12.07ab	52.15bc
A. Agata	4.12	13.2	31.5	14.85ab	59.40a
A. Obsidiana	3.98	11.5	34.4	13.44ab	54.60abc
A. Chihuahua	3.81	12.1	31.7	15.23a	53.75abc
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.2</b>	<b>13.4</b>	<b>39.5</b>	<b>12.62</b>	<b>53.28</b>
<b>DSM</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>	<b>3.81</b>	<b>6.46</b>
<b>C.V.</b>	<b>40.3</b>	<b>44.3</b>	<b>19.6</b>	<b>14.77</b>	<b>5.89</b>

---

---

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se recomiendan sembrar en la región Altos Norte de Jalisco por su alto rendimiento de materia seca las siguientes variedades: Cebada Forrajera 2, Triticale Rio Nasas, Triticale Polmer, Cebada Cantabria, Avena Saia, Triticale Secano Tc196, Avena Karma y Triticale Eronga.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brouwer, C. and M. Heibloem. 1986. Irrigation water management: irrigation water needs. Training Manual No.3, FAO-Rome, Italy. 89.
- Enciso J.D. Porter, G. Fipps, and P.Colaizzi.2004.Irrigation of forage crops. B-6150 Agrilife Extension-Texas A&M System.8 p.
- Ireta M. J., H. E. Flores López, J.F., Pérez Domínguez, H. E. Villaseñor Mir. 2010. Tecnología para cultivar avena de temporal en Jalisco. Folleto técnico Núm. 1 p. 5-6.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cows. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Núñez H. G., J.A. Payán García, A. Peña Ramos, F. González Castañeda, O. Ruiz Barrera, C. Arzola Álvarez. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Revista mexicana de ciencias pecuarias; 1 (2): 85-98.
- Oplinger E.S., T.S. Maloney, and D.W. Wiersma 1997.Fall and spring forage yield and quality from fall seeded cereal crops. Soybeans and grains 26.University of Wisconsin. 7p.
- Sánchez, G.R., Arias C. L., González F y Tovar G.M. 2012. Características forrajeras de especies de grano pequeño en condiciones de temporal en Zacatecas. 2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal. Memorias. pp 369-373.
- SIAP-SAGARPA. 2012. Estadísticas de producción de forraje. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351). Fechade consulta: 20 de Julio de 2014.
- SAS, 1989.SAS/SAT User's Guide. Release 6.03 Ed. Statistical Analysis System. Cary, NC. USA.
- Villarreal J. H., Arias L. E., López B.U., Osuna S.E., Núñez H.G. y Sánchez R. A. 2013. Características forrajeras de cereales de grano pequeño en Los Altos de Jalisco. Memoria XXV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED.Pp 300-304.

## ÍNDICE DE COSECHA Y RENDIMIENTO DE FRIJOL CV. PINTO SALTILLO EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN ZACATECAS

<sup>1</sup>Jose Ángel Cid Ríos, <sup>1</sup>Manuel Reveles Hernández, <sup>2</sup>Jose Ruiz Torres.

<sup>1</sup>Campo Experimental Zacatecas- Instituto nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C.P. 98500, México. E-mail: [acid@zacatecas.inifap.gob.mx](mailto:acid@zacatecas.inifap.gob.mx); <sup>2</sup>Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo.

### INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) está considerado con el elemento central de la dieta de más de 300 millones de personas a nivel mundial debido a su alto contenido de proteínas, razón por la que se le ha considerado el alimento perfecto ya que además de las proteínas aportadas a la dieta, también es generoso su contenido de fibra y carbohidratos (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012).

La acumulación de biomasa, manejo, y el rendimiento bajo diferentes condiciones ambientales puede ayudar a entender la relación rendimiento grano y de diferentes variedades de frijol bajo diferentes condiciones agroecológicas. La acumulación de biomasa es una característica relacionada estrictamente con el rendimiento cuando la planta ha alcanzado la madurez fisiológica (Acosta *et al.*, 2008).

El índice de cosecha ha sido utilizado para medir en cierto modo la eficiencia del cultivo para destinar asimilados a la formación de órganos de interés económicos para la agricultura y se considera útil para medir el grado de adaptación del cultivo en los programas de mejoramiento genético (Kemanian *et al.*, 2007). El índice de cosecha es un concepto que se ha usado para evaluar la eficiencia productiva de los cultivos con relación a la producción de grano (Kemanian *et al.*, 2007).

El rendimiento de los cultivos está caracterizado por la adaptación a las condiciones ambientales, la capacidad de intercepción de luz a través de los aparatos fotosintéticos y la capacidad de partición y translocación de fotosintatos a los órganos de interés económico, estas características han sido utilizadas para evaluar genotipos de frijol por algunos investigadores (Scully y Wallace, 1990).

Al estudiar los genotipos de frijol tipo Pinto se ha determinado que tanto el genotipo como las condiciones ambientales son responsables del rendimiento y los componentes del rendimiento en este tipo de variedades (Ghassemi-Golezani *et al.*, 2012).

Al evaluar tres cultivares de frijol pinto y cuatro densidades de siembra Parvizi *et al.*, (2009), encontraron incrementos en la productividad del cultivo a medida que se incrementó la

densidad de población hasta 300,000 plantas por hectárea, sin embargo cuando la densidad se incrementó hasta 600,000 plantas por hectárea, el rendimiento tendió a disminuir.

La siembra en camas de tres, cuatro y seis hilos de siembra aumenta la densidad de población, con este arreglo de siembra permite un mejor aprovechamiento del suelo y agua, reduce el espacio entre plantas y evita que se desarrolle la maleza, han encontrado que el pinto saltillo incrementa su rendimiento hasta un 45% por lo que aumenta rentabilidad del cultivo (Osuna *et al.*, 2013).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el índice de cosecha y rendimiento por hectárea de la variedad de frijol Pinto Saltillo en dos sistemas de siembra, bajo condiciones de temporal para el estado de Zacateca.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del Estado de Zacatecas, cuyas coordenadas y altura son 22° 54' 31'' de latitud norte y 102° 39' 34'' de longitud oeste y 2,198 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 17 °C la precipitación media anual de 450 mm. El suelo del sitio experimental clasificado como migajón arcilloso limoso, con un pH de 8.1 y con un contenido de material orgánica del 1.91%.

Se evaluó el rendimiento de frijol de la variedad Pinto Saltillo bajo condiciones de temporal en dos sistemas de siembra, el primero en surcos de 0.76m de ancho con una hilera de plantas y el segundo en cama de 1.62m de ancho con cuatro hileras de siembra.

Usando un diseño de arreglo en franjas, se la unidad experimental constó de cinco metros de longitud por 0.76 metros de ancho para el primer tratamiento, para el segundo sistema la unidad experimental consto de una cama de cinco metros de longitud por 1.62 metros de ancho. La distancia entre plantas para los dos arreglos fue de diez centímetros; lo anterior da como resultado 131,000 y 146,000 plantas por hectárea para los tratamientos evaluados.

La siembra de frijol fue realizada el día 25 de julio del 2013, no se aplicó fertilizante durante todo el ciclo de cultivo, no se aplicó agua por lo que el cultivo se desarrolló de acuerdo a las condiciones climáticas presentadas.

Antes del establecimiento del cultivo se presentaron 45.5 milímetros de precipitación, presentada durante la segunda decena del mes de junio, durante el desarrollo del cultivo solo se presentaron 270 milímetros de precipitación.

Para el mantenimiento del cultivo se realizaron dos escardas la primera a los 15 quince días después de la siembra y la segunda a los veinticinco días después de la primer escarda, para mantener el cultivo libre de malezas se realizaron dos deshierbes manuales.

Al llegar a madurez fisiológica de la variedad, se obtuvieron cinco muestras completamente al azar en cada sistema de siembra, colectando las plantas de un surco con una longitud de cinco metros lineales. Las muestras se desgranaron manualmente y se determinó el peso de cien semillas y el rendimiento por hectárea en los dos sistemas de siembra, se determinó el peso de paja por planta (g), y el peso de grano por muestra para cada arreglo, se determinó el índice de cosecha usando la fórmula:

$$IC = (PG \times 100) / BT$$

Dónde: Índice de Cosecha

PG = Peso de Grano

BT = Biomasa Total (Peso de Paja + Peso de Grano)

Los datos obtenidos se analizaron usando el programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Al realizar el análisis de varianza para el índice de cosecha no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, por lo que no muestran una tendencia clara de productividad de la planta, se encontró que el tratamiento 1 (hilera sencilla) presenta una media para esta variable de 62.768 g y en segundo lugar el tratamiento 2 (cuatro hileras) expresado 61.020 g.

Al realizar el análisis de varianza para el peso de paja no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, por lo que no se encontró una tendencia clara de producción de la planta para ambos sistemas de siembra, se encontró que el tratamiento 2 (cuatro hileras de siembra) presenta una media para esta variable de 229.42 gramos de paja y el tratamiento 1 (hilera sencilla) expresa 203.82 gramos de paja.

Al realizar el análisis de varianza para el peso de grano no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se encontró que el tratamiento 2 (cuatro hileras de siembra) presenta una media para esta variable de 352.120g y en segundo lugar el tratamiento 1 (hilera sencilla) expresó 343.460g.

Al realizar el análisis de varianza para rendimiento por hectárea se encontraron diferencias altamente significativas ( $P > F 0.001$ ) entre tratamientos, al realizar la comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS) al nivel de significancia del 0.05 para

---

esta variable, se encontró que el mayor rendimiento por hectárea lo expresa la siembra a cuatro hileras con un rendimiento de 1740 kilogramos por hectárea y el tratamiento 1 (hilera sencilla) el rendimiento expresado fue de 903.60 kilogramos por hectárea.

Al realizar el análisis de varianza para peso de cien semillas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se encontró que el tratamiento 2 (siembra a cuatro hileras) presenta una media para esta variable de 30.41 g y en segundo lugar el tratamiento 1 (siembra de hilera sencilla) expresado con 29.24 g

Cuadro 1. Comparación de medias para peso de paja, peso de grano, índice de cosecha, peso de cien semillas y rendimiento por hectárea, para el comportamiento de la variedad pinto saltillo en los dos sistemas de siembra.

Sistema de Siembra	Peso de paja	Peso de grano por planta	Índice de cosecha	Peso de cien semillas	Rendimiento por hectárea
Hilera Sencilla	203.82 a	343.460 a	62.768 a	29.24 a	903 b
Cuatro Hilos	229.42 a	352.120 a	61.020 a	30.41 a	1740 a

### CONCLUSIONES

El índice de cosecha para la variedad de frijol Pinto Saltillo es similar para los dos sistemas de siembra, por lo que no es afectado el comportamiento de la planta.

El rendimiento por hectárea de la variedad de frijol Pinto Saltillo en el sistema de siembra de cuatro hileras se incrementa el rendimiento, además se pudo observar que la calidad de grano no es afectada por el incremento de la densidad de población.

### BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, D. E.; Acosta, G, J. A.; Amador, R, M. D. y Padilla, J. S. 2008. Relación entre índice de área foliar y rendimiento de frijol bajo condiciones de secano. Agricultura Técnica de México. 34 Núm. 1
- Scullyl B.T. and Wallace D.H. 1990. Variation in and relationship of biomass, growth rate, harvest index, and phenology to yield of common bean. Journal American Society Hort Science. 115:218-225.
- Osuna C, E. S.; Reyes M, L.; Martínez G, M. A.; Acosta G, J. A. y Arellano A. A. S. 2013. Siembra de frijol en camas a tres, cuatro y seis hileras en Aguascalientes. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Pabellón. Desplegable para productores Num. 46
- Parvizi, S.; Amirnia, R.; Bernoosi I.; Hasanzadeh G. A.; Faghnabi, F.; Saber-Rezaie, M.; Taheri A., F.; Eizadkhah M. y Rahimi S. 2009. Evaluation of differetn plant densities effects on grain filling rate and duration, yield and its components in Pinto bean varieties. Research Journal of Biological Sciences 4: 499-502
- Kemanian, A, R.: Stochle C. O; Huggis D. R.; Viega L. M. 2007. A simple method to estimate harvest in grain crops. Field Crops Research 103 : 208 – 216
- Ghassemi-Golezani, K.; Nikpour-Rashidabad N.; Zehtab-Salmasi S. 2012. Effect of salinity on yield and yield components of Pinto bean cultivars. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences. 2:47-51

## **RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GRANO DE LA VARIEDAD DE FRIJOL NEGRO FRIJOZAC 101, BAJO TEMPORAL EN ZACATECAS**

**<sup>1</sup>Jose Ángel Cid Ríos, <sup>1</sup>Manuel Reveles Hernández, <sup>2</sup>Jose Ruiz Torres.**

<sup>1</sup>Campo Experimental Zacatecas- Instituto nacional de Investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias, Kilometro 20.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera, Zac. C.P. 98500, México. E-mail: [acid@zacatecas.inifap.gob.mx](mailto:acid@zacatecas.inifap.gob.mx); <sup>2</sup>Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Chapingo.

### **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de frijol tiene una importancia relevante en la alimentación de los mexicanos, además tiene una gran importancia social debido a que existen 750,000 productores en México dedicados a su cultivo los cuales generan 76 000 000 jornales anuales (SAGARPA, 2010).

La preferencia en el consumo de frijol negro está delimitado a las regiones del centro y sur de México, aun cuando posee algunos atributos que lo hacen diferente a otros tipos de frijol, tal es el caso de su capacidad antioxidante que lo hace mostrar una más alta capacidad que los otros tipos (Rocha-Guzmán *et al.*, 2013).

El cultivo de frijol en condiciones de temporal registra bajos rendimientos que con frecuencia se deben a los periodos frecuentes de sequía durante la etapa reproductiva, lo cual ocasiona una disminución del rendimiento o la pérdida total del mismo (Acosta-Gallegos *et al.*, 2000).

Se considera que mantener rendimientos aceptables de los cultivos aun en condiciones de estrés es un gran reto de la agricultura moderna lo que hace necesario estudiar y entender el comportamiento de los cultivos en diversas condiciones de ambiente adverso, dicho comportamiento de las variedades de frijol pueden incluir cambios morfológicos como respuesta al estrés (Lizana *et al.*, 2006).

Los cultivos y sus rendimientos se caracterizan por la adaptación a las condiciones ambientales, la capacidad de intercepción de luz a través de los aparatos fotosintéticos y la capacidad de partición y translocación de fotosintatos a los órganos de interés económico, estas características se han utilizado por algunos investigadores para evaluar genotipos de frijol (Scully y Wallace, 1990).

Diversos estudios se han realizado para evaluar el efecto de la densidad de siembra para el cultivo de frijol, ya que la respuesta de las plantas será diferente de acuerdo a las variedades utilizadas y las condiciones ambientales prevalecientes (Westermann y Crothers, 1977).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y calidad de grano de frijol Negro Frijozac 101 en dos sistemas de siembra bajo condiciones de temporal en Zacatecas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Zacatecas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias; ubicado en el kilómetro 20.5 de la carretera Zacatecas-Fresnillo, en el municipio de Calera de Víctor Rosales del Estado de Zacatecas, cuyas coordenadas y altura son 22° 54' 31" de latitud norte y 102° 39' 34" de longitud oeste y 2198 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 17 °C la precipitación media anual de 450 mm. El suelo del sitio experimental clasificado como migajón arcilloso limoso, con un pH de 8.1 y con un contenido de materia orgánica del 1.91%.

Se evaluó el rendimiento de frijol de la variedad Negro Frijozac101, bajo condiciones de temporal en dos sistemas de siembra el primero a hilera sencilla y el segundo en cama con cuatro hileras de siembra. Usando un diseño de arreglo en franjas con sub-muestreo completamente al azar, la unidad experimental para el primer sistema de siembra constó de cinco metros de longitud por 0.76 metros de ancho de hilo de siembra, para el segundo sistema la unidad experimental constó de cinco metros de longitud por 1.62 metros de ancho de cama. La distancia entre plantas para los dos arreglos fue de diez centímetros entre plantas.

La siembra fue realizada el día 25 de julio del 2013, antes del establecimiento del cultivo se presentaron 45.5 milímetros de precipitación, presentada durante la segunda decena del mes de junio, durante el desarrollo del cultivo solo se presentaron 270 milímetros.

Para mantenimiento del cultivo se realizaron dos escardas la primera a los 15 quince días después de la siembra, la segunda a los veinticinco días después de la primer escarda, se realizaron dos deshierbes manuales.

Al llegar a madurez fisiológica de la variedad, se realizaron cinco muestreos completamente al azar en cada sistema de siembra, colectando las plantas de un surco con una longitud de cinco metros lineales. Las muestras se desgranaron manualmente y se determinó el peso de cien semillas y el rendimiento por hectárea en los dos sistemas de siembra.

Los datos obtenidos se analizaron utilizando el programa de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Al realizar el análisis de varianza para rendimiento por hectárea se encontraron diferencias altamente significativas ( $P > F = 0.002$ ) entre tratamientos, al realizar la comparación de medias por el método de diferencia mínima significativa (DMS) al nivel de significancia de 0.05 para esta variable se encontró que el tratamiento 2 (cuatro hilos) presento mayor rendimiento por



hectárea (1956) kilogramos por hectárea y en segundo lugar el tratamiento 1 (hilera sencilla) presentando un rendimiento de (987) kilogramos por hectárea.

Al realizar el análisis de varianza para el peso de cien semillas no se encontró diferencia estadísticamente significativas entre tratamientos (Cuadro 1), se encontró que el tratamiento 1 (hilera sencilla) presenta una media para esta variable de (19.82a) y en segundo lugar tratamiento 2 (cuatro hilos) presentó menor peso de cien semilla (18.70 b).

Cuadro 1. Comparación de medias para peso de cien semillas y rendimiento por hectárea, para el comportamiento de la variedad Negro Frijozac 101 en los dos sistemas de siembra.

Sistema de Siembra	Peso de Cien Semillas	Rendimiento por Hectárea
Hilera Sencilla	19.82 a	987.5 b
Cuatro Hileras	18.70 a	1956.0 a

### CONCLUSIONES

El mayor rendimiento de la variedad de frijol Negro Frijozac 101 se registró a medida que se incrementó la densidad de población (en el sistema de siembra a cuatro hileras).

El mayor peso de cien semillas lo mostró el sistema de siembra de hilera sencilla de siembra.

El incremento de la densidad de población disminuyó la calidad del grano, expresado en peso de 100 semillas, en la variedad de frijol Negro Frijozac 101.

La variedad de frijol Negro Frijozac 101 reportó un mayor rendimiento en el tratamiento de cuatro hileras de plantas por cama de siembra sin disminución significativa de la calidad de grano.

### BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Gallegos J. A.; Rosales-Serna R.; Navarrete-Maya R. y López-Salinas E. 2000. Desarrollo de variedades de mejoradas de frijol para condiciones de riego y temporal en México. *Agricultura Técnica en México*. 26: 79-98
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). D. F., México. URL: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- Scully B.T. and Wallace D.H. 1990. Variation in and relationship of biomass, growth rate, harvest index, and phenology to yield of common bean. *Journal American Society Hort Science*. 115:218-225.
- Lizana, C.; wentworth M.; Martinez, J. P.; Villegas, D.; Meneses, R.; Murchei, E. H.; Pastenes, C.; Lercari, B.; Vernieri, P.; Horton, P.; and Pinto, M. 2006. Differential adaptation of two varieties of common vean to abiotic estress, I. Effects of drought on yield and photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*, 57: 685-697
- Rocha-Guzman, N. E., Gallegos-Infante, J. A., Gonzalez-Laredo, R. F., Cardoza-Cervantes, V., Reynoso-Camacho, R., Ramos-Gomez, M., Garcia-Gasca, T. and De Anda Salazar, A. 2013. Evaluation of culinary quality and antioxidant capacity for Mexican common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) canned in pilot plant. *International Food Research Journal* 20: 1087-1093
- Westermann D. T. y Crothers, S. E. 1977. Plant Population Effects on the Seed Yield Components of Beans. *Crop Science*. 17: 493-496.

---

---

## PRODUCCIÓN DE TOMATE EN INVERNADERO USANDO COMPOST COMO SUSTRATO

Pablo Preciado Rangel<sup>1</sup>, Manuel Fortis Hernández<sup>1\*</sup> y Miguel Ángel Segura Castruita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Torreón.  
Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Torreón, México.  
Autor para correspondencia: [fortismanuel@hotmail.com](mailto:fortismanuel@hotmail.com)  
[Proyecto financiado por DGEST](#)

### INTRODUCCIÓN

La agricultura protegida es el sistema de producción realizado bajo diversas estructuras y cubiertas, entre los que destacan los invernaderos, que tienen como característica básica la protección contra los riesgos inherentes a la producción de cultivos a libre exposición (Moreno *et al.*, 2011). En este sistema de producción se cultivan especies altamente redituables con altos rendimientos y se hace un uso eficiente del agua y de los fertilizantes (Paradossi *et al.*, 2002). Sin embargo, para mantener los altos niveles de producción es necesario utilizar una gran cantidad de fertilizantes sintéticos (Rashid y Khan, 2008). Ello incrementa los costos de producción y afecta de forma negativa el medio ambiente y la salud humana (Otero *et al.*, 2005). Lo anterior ha llevado a la búsqueda de sistemas de producción sustentables que reduzcan los costos de producción sin disminuir el rendimiento y la calidad. Esto motiva la adopción de prácticas orgánicas en los cultivos sin suelo y uno de los principales factores que determinan el éxito del cultivo es el sustrato, pues constituyen el medio en que se desarrollaran las raíces las cuales tienen gran influencia en el crecimiento y desarrollo.

La reutilización de subproductos de la industria agropecuaria sometidos a algún tipo de tratamiento pueden ser utilizados como sustratos, lo cual es sumamente interesante debido a su bajo costo y al mejoramiento del ambiente ya que se utilizan materiales desechados que en la mayoría de los casos su manejo resulta problemático y son una fuente potencial de contaminación (Fortis *et al.*, 2012), en este sentido la composta sobresale entre los diversos subproductos de la industria ganadera (Claassen y Carey 2004). Bajo esta perspectiva, el objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes relaciones de compost y arena sobre el rendimiento y calidad de tomate producido en invernadero.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un invernadero del Instituto Tecnológico de Torreón (ITT), ubicado en km 7.5 de la carretera Torreón-San Pedro, en el municipio de Torreón, Coahuila, geográficamente ubicado a 26° 30' 15" latitud norte y 103° 22' 07" latitud oeste a una altura de 1

150 msnm. El genotipo de tomate evaluado fue Juan Pablo, tipo saladette, de crecimiento indeterminado. La densidad fue de 4 plantas m<sup>-2</sup>, una planta por bolsa. El sistema de riego utilizado fue por goteo y según la etapa fenológica varió de 0.5 a 2.0 L bolsa.

Los sustratos (tratamientos) evaluados consistieron en compost de ganado bovino (C) mezclado con un medio inerte "arena de río" (A) a diferentes porcentajes: 25/75, 50/50, 75/25 (C/A en volumen) y la solución nutritiva Steiner como testigo. Cada tratamiento estuvo conformado por 15 quince repeticiones (una maceta por repetición), distribuidas en un diseño completamente al azar. Para evaluar el rendimiento se cosecharon los frutos de 15 plantas o repeticiones por tratamiento, del primero al octavo racimo.

La calidad de fruto se evaluó en seis plantas por tratamiento y dos frutos de cada racimo, considerándose: peso promedio por fruto, tamaño de fruto (diámetro polar y ecuatorial), espesor de pulpa, índice refractométrico (°Bx), determinados con un refractómetro manual de 0 a 32% (Atago® Master 2311). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza y la comparación de medias de Tukey al 0.05% de probabilidad.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Rendimiento**

En el presente trabajo las diferentes proporciones de C:A utilizadas provocaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ), en el rendimiento de las plantas, siendo el tratamiento con la solución nutritiva y con la relación de 25/75 (C:A) los que tuvieron los mayores rendimientos (Cuadro 1). En cambio las plantas desarrolladas con mayor proporción de compost produjeron menores rendimientos; lo anterior coincide con lo indicado en algunas investigaciones que indican un mejor desarrollo y rendimiento del cultivo al utilizar cantidades inferiores al 30% de compost como componente del sustrato (Atiyeh *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 2008); lo anterior probablemente sea explicado al mejoramiento de las propiedades físicas del sustrato (Hernández *et al.*, 2008) y la liberación gradual de nutrientes (Ao *et al.*, 2008), así como a la presencia de hormonas naturales como bioestimuladores y reguladores de crecimiento y ácidos húmicos, generados por microorganismos capaces de producir auxinas, citoquininas y giberelinas (Azarmi *et al.*, 2008). No obstante, la disminución en el rendimiento este puede ser subsanado por el sobreprecio que tienen los productos orgánicos, demostrando así las bondades de la utilización del compost como componente del sustrato.

### **Calidad del fruto**

En relación con el tamaño, grosor de pericarpio y los sólidos solubles totales (°Brix) del fruto de tomate, existieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los distintos tratamientos utilizados

---

(Cuadro 1). Los frutos de las plantas fertilizadas con la solución nutritiva y la relación de 25/75 (C:A), presentaron el mayor tamaño de frutos y grosor del pericarpio. El grosor del pericarpio es muy importante ya que es la parte comestible del fruto y está relacionada con el peso del fruto (Cuadro 1). Lo contrario sucede al incrementar la proporción de compost en el sustrato disminuye el tamaño del fruto, pero se acumulan los sólidos solubles.

Cuadro 1. Valores promedio de rendimiento por planta (RP), diámetro polar (DP), diámetro ecuatorial (DE), espesor del pericarpio (EP) e índice refractómetro (SST) en diferentes sustratos como como medio de crecimiento en el cultivo de tomate.

Tratamientos	RP	DP	DE	EP	SST
C/A (V:V)	kg p <sup>-1</sup>	mm	mm	mm	°Bx
Steiner	4.0 a	64 a	49 a	6.7 a	4.0 b
25/75	3.6 b	62 a	48 a	6.7 a	4.1 b
50/50	3.4 b	58 b	44 b	5.8 b	4.3 a
75/25	2.7 c	54 b	42 b	5.6 b	4.5 a

†Letras distintas dentro de cada columna indican diferencia estadística significativa (Tukey  $P \leq 0,05$ ).

El incremento en los sólidos solubles al aumentar la salinidad en el medio radical fue demostrado por (Dorai *et al.*, 2001) y es debido a que la salinidad causa un estrés osmótico disminuyendo la energía libre del agua, por lo tanto restringe la acumulación y absorción del agua en los frutos (Plaut *et al.*, 2004), para superar este problema los frutos sintetizan osmolitos para equilibrar la presión osmótica y evitar la deshidratación. Entre los distintos osmolitos sintetizados se encuentran algunos azúcares y ácidos (Salisbury y Ross, 1992); los sólidos solubles (°Bx) obtenidos por los tratamientos en estudio son considerados adecuados ya que los valores de referencia para el consumo en fresco, son como mínimo de 4.0 °Brix (Santiago *et al.*, 1998).

La utilización de compost no solo mejora el crecimiento y desarrollo de la planta, sino que adicionalmente también puede ser utilizado como un sustituto de la fertilización tradicional, además una vez que los nutrimentos contenidos en el compost se han agotado (vida útil como sustrato), pueden reutilizarse como material orgánico, de relleno y otros usos los cuales no provocan impacto ambiental (Carmona y Abad, 2008; Carrión *et al.*, 2008).

## CONCLUSIONES

El presente estudio indica que el compost es una alternativa sustentable para la producción orgánica del cultivo de tomate, con rendimientos 10% menor que los obtenidos con una solución nutritiva convencional. La proporción de 25/75 de compost: arena presentaron el mayor crecimiento y calidad biofísica de los frutos de tomate; en cambio dosis superiores al 25% aumentaron los sólidos solubles totales en los frutos. El uso de abonos orgánicos representa una alternativa viable para ser utilizada como fuente de nutrimentos y medio de desarrollo para el cultivo de tomate en invernadero, contribuyendo a la preservación del medio ambiente al disminuir la dependencia de los fertilizantes inorgánicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ao Y., Sun M., Li Y. (2008). Effect of organic substrates on available elemental contents in nutrient solution. *Bioresource technology*. 99, 5006-5010.
- Atiyeh R. M., Edwards C.A., Subler S., Metzger J.D. (2000). Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. *Compost Science and Utilization*. 8, 215–223.
- Azarmi R., Sharifi Z.P., Satari M. (2008). Effect of vermicompost on growth, yield and nutrient status of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Pakistan Journal Biological Science*. 1, 1797-1802.
- Carmona E., Abad, M. (2008). Aplicación del compost en viveros y semilleros. En: Compostaje. Moreno J., Moral R. (eds). Editorial Mundi Prensa, Madrid. 397-424.
- Carrión C., De la Fuente R.G., Fornes F., Purchades R., Abad M. (2008). Acidifying composts from vegetable crop wastes to prepare growing media for containerized crops. *Compost Science & Utilization*. 16, 20 - 29.
- Dorai M., Papadopoulos A.P., Gosselin A. (2001). Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie*. 21, 367-383.
- Fortis H.M., Preciado R.P., García H.J.L., Navarro B.A. (2012). Sustratos orgánicos en la producción de chile pimienta morrón. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3, 1203-1216.
- Hernández M.G.I., Salgado G.S., Palma L.D.J., Lagunes E., Ruiz R.O. (2008). Vinaza y composta de cachaza como fuente de nutrientes en caña de azúcar en un gleysol mólico de chiapas, México. *Interciencia*. 33, 855-860.
- Moreno R.A., Gómez F.L., Cano R.P., Martínez, C.V., Reyes C.J.L., Puente M J.L., Rodríguez N.D. (2008). Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost: arena en invernadero. *Terra Latinoamericana*. 26, 103-109.
- Otero N., Vitoria L., Soler A., Canals A. (2005). Fertiliser characterisation: major, trace and rare earth elements. *Applied Geochemistry*. 20, 1473–1488.
- Pardossi A., Malorgio F., Incrocci L., Campiotti C. A., Tognoni F. 2002. A comparison between two methods to control nutrient delivery to greenhouse melons grown in recirculating nutrient solution culture. *Scientia horticulturae*. 92, 89-95.
- Plaut Z, Grava A, Yehezkel Ch, Matán E. (2004). How do salinity and water stress affect transport of water assimilates and ions to tomato fruits?. *Physiol Plant*. 122, 429-442.
- Rashid A., Khan R.U. (2008). Comparative effect of varieties and fertilizer levels on Barley (*Hordeum vulgare*). *International Journal of Agriculture and Biology* 10, 124-126.
- Salisbury F.B., Ross C.W. (1992). Stress physiology. En: *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company.
- Santiago J., Mendoza M., Borrego F. (1998). Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agron. Mesoam*. 9, 59-65.

## EVALUACIÓN DE TRES HÍBRIDOS COMERCIALES DE MELÓN CANTALOUPE (*Cucumis melo* L.) BAJO DOS NIVELES DE RIEGO EN SIEMBRA INTERMEDIA

Delgado Ramírez Gerardo<sup>1</sup>, Inzunza Ibarra Marco Antonio<sup>1</sup>, Villa Castorena Ma. Magdalena<sup>1</sup>, Catalán Valencia Ernesto Alonso<sup>1</sup>, Román López Abel<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México.  
[delgado.gerardo@inifap.gob.mx](mailto:delgado.gerardo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

El cultivo del melón es un producto con amplia demanda en el mercado internacional, ya sea para su consumo directo o para acompañar otros alimentos. México es el octavo productor mundial de melón con una participación del 2.2% (Espinoza *et al.*, 2011). Tres de cada cuatro dólares que México obtiene por concepto de exportación de melón proviene de los Estados Unidos (INFORURAL, 2014). Por ende, este cultivo representa una fuerte derrama económica por el pago de jornales para su manejo, cosecha y empaque.

En México se sembraron aproximadamente 19 mil hectáreas del cultivo de melón durante el ciclo agrícola 2013, de las cuales se obtuvo un valor de producción de 2,171 millones de pesos. El 75% de esta producción se adquirió básicamente de cuatro estados: Coahuila, Sonora, Michoacán y Guerrero. En ese mismo año en la Región Lagunera de Coahuila y Durango se establecieron alrededor de 5,400 ha (SIAP, 2013), esta superficie representó el 28% de la superficie sembrada a nivel nacional. En la actualidad, se considera el melón como el principal cultivo hortícola de la región, debido a la gran cantidad de mano de obra que se requiere para su producción.

La mayoría de los productores de melón en la Región Lagunera obtienen sus cosechas en el mes de junio, lo cual satura el mercado y por ende reduce el precio. Por eso, el productor realiza siembras intermedias y tardías con el propósito de incrementar su ganancia neta. Sin embargo, es un reto difícil producir melón tardíamente debido a la presencia y daño ocasionado por plagas y enfermedades. Las enfermedades de mayor incidencia en siembras intermedias y tardías son: cenicilla (*Podosphaera xanthii*), amarillamiento del melón y complejo de virosis transmitidos por pulgones. En las siembras intermedias se alcanza una incidencia máxima de 7% de cenicilla y 100% de virus de amarillamiento (Chew *et al.*, 2009). Ante esta problemática, es necesario seleccionar híbridos apropiados para siembras intermedias que sean resistentes a este tipo de enfermedades y sobre todo que sean adaptables a la región. Además se deben de establecer mejores estrategias en el manejo agronómico del cultivo con la finalidad de

incrementar la productividad, calidad y rentabilidad del cultivo, así como promover el manejo sustentable del recurso agua.

Una opción para eficientizar el uso de agua de riego en sistemas por goteo es mediante el cálculo diario de la evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) y la programación en tiempo real. Para ello, se recomienda el uso del enfoque del coeficiente dual del cultivo, en el cual la evaporación (E) y la transpiración (T) se determinan por separado. Se utilizan dos coeficientes, el coeficiente basal del cultivo ( $K_{cb}$ ) para determinar T y el coeficiente de evaporación ( $K_e$ ) para determinar E (FAO, 1998). Con el acceso en línea a la información de la red de estaciones climatológicas automáticas se han desarrollado aplicaciones de cómputo para programar, en línea y tiempo real, el riego de los cultivos a partir de las metodologías estándar recomendadas por la Organización Meteorológica Mundial y la FAO para la programación del riego a nivel diario y en tiempo real (FAO, 1998; Catalán *et al.*, 2013).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento, calidad de fruto y rentabilidad del cultivo del melón cantaloupe en siembra intermedia, bajo la tecnología de riego por goteo con cintilla y uso de acolchado plástico. Se probaron tres de los híbridos comerciales más promisorios de la región. Además, se ensayaron dos niveles de riego basados en el método de coeficiente dual para la programación de riego en sistemas por goteo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se desarrolló en el verano de 2013 en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua, Suelo, Planta y Atmósfera (CENID-RASPA), ubicado en la ciudad de Gómez Palacio Dgo. El suelo del sitio experimental es parte de la serie Coyote, la cual es predominante en la región con una superficie de 98,218 ha, este tipo de suelo está formado por suelos profundos con textura franco arcillosa (Ramírez, 1976). Se realizó un muestreo de suelo a dos estratos 0-30 y 30-60 cm para analizar las propiedades físico-químicas de suelo. En base a los resultados, el suelo tenía bajos contenidos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, así como una alta capacidad de intercambio catiónico, y alto contenido de potasio, tomando como referencia los rangos o estándares reportados por Castellanos *et al.* (2000). Estos resultados, junto con las características físicas se utilizaron como referencia para el cálculo de requerimiento de fertilizantes y programación del riego.

Los factores experimentales evaluados fueron tres niveles de híbridos de melón cantaloupe: Expedition F1, Navigator F1, y Pitayo F1, así como dos niveles de riego, los cuales se definieron mediante el cálculo de la evapotranspiración de cultivo ( $ET_c$ ), bajo el enfoque de coeficiente dual. Este enfoque aplica dos coeficientes: coeficiente basal del cultivo ( $K_{cb}$ ) para calcular la

---

transpiración y el coeficiente de evaporación ( $K_e$ ) para calcular la evaporación que ocurre desde la superficie del suelo (FAO, 1998).

$$ET_c = (K_{cb} + K_e) * ET_0 \quad (1)$$

Dónde:  $ET_c$  = Evapotranspiración del cultivo ( $\text{mm d}^{-1}$ );  $K_{cb}$  = Coeficiente basal del cultivo (adimensional);  $K_e$  = Coeficiente de evaporación (adimensional);  $ET_0$  = Evapotranspiración del cultivo de referencia ( $\text{mm d}^{-1}$ ).

En el nivel alto de riego ( $R_1$ ) se incluyeron los efectos de la transpiración y la evaporación en la estimación del consumo de agua (Ec. 1); mientras que el nivel bajo ( $R_2$ ) solamente se consideró el efecto de la transpiración, bajo la hipótesis de que con el acolchado plástico se elimina la evaporación directa de agua desde el suelo y es posible el ahorro de agua al prescindir de este flujo en la estimación de  $ET_c$ . Las láminas de riego se calcularon con el software DRIEGO, el cual forma parte del sistema IRRINET para determinar, en línea y tiempo real, las demandas de agua y la calendarización del riego de los cultivos (Catalán *et al.*, 2013: <http://cenidraspa.org>). El consumo de agua de los tratamientos fue de 51.0 cm para el tratamiento  $R_1$  y 41.9 cm para el tratamiento  $R_2$ . En la Figura 1 se muestra la variación del consumo diario de agua ( $ET_c$ ) o dosis de riego estimadas y aplicadas en los tratamientos de riego ensayados en este trabajo.

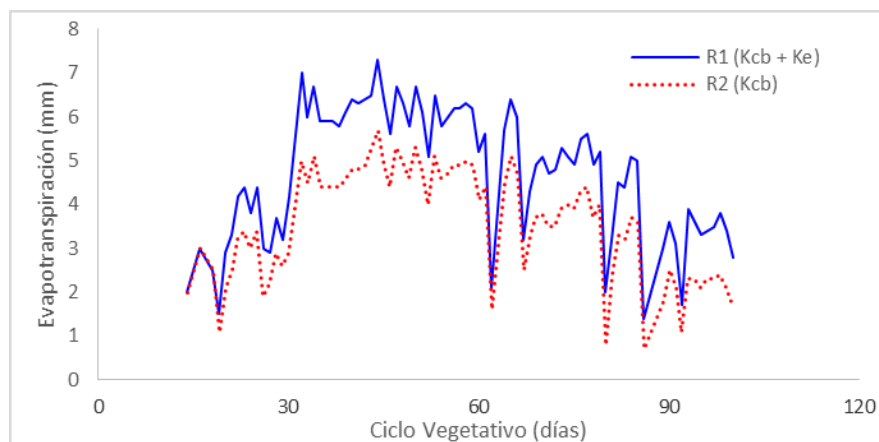


Figura 1. Variación de los consumos de agua estimados para los tratamientos de riego.

El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones y un arreglo de tratamientos factorial 3x2, de acuerdo con los niveles de tratamientos descritos. Al combinar dichos niveles se tuvo un total de seis tratamientos (Cuadro 1).



Cuadro 1. Tratamientos ensayados.

No. Tratamiento	Híbrido	Nivel de Riego
T1	Expedition F1	$R_1 = ET_c = (K_{cb} + K_e) * ET_o$
T2	Expedition F1	$R_2 = ET_c = (K_{cb}) * ET_o$
T3	Navigator F1	$R_1 = ET_c = (K_{cb} + K_e) * ET_o$
T4	Navigator F1	$R_2 = ET_c = (K_{cb}) * ET_o$
T5	Pitayo F1	$R_1 = ET_c = (K_{cb} + K_e) * ET_o$
T6	Pitayo F1	$R_2 = ET_c = (K_{cb}) * ET_o$

Se instaló un sistema de riego por goteo en la modalidad de cintilla tipo “T-Tape 5/8” modelo W0508-12-450-00-A, con separación entre goteros de 30 cm y gasto por gotero de 1 L hr<sup>-1</sup>; la cintilla se instaló a una profundidad de 25 cm. Posteriormente, se instaló el acolchado plástico de calibre 80, color negro con orificios a doble hilera a tres bolillo, con separación de 20 cm entre hileras y 30 cm entre plantas.

El cultivo se estableció por medio de trasplante el 18 de junio de 2013 (siembra intermedia) a los 27 días después de la siembra (dds), cuando la plántula presentó cinco hojas verdaderas. La producción de plántula se realizó en un invernadero tipo capilla (ubicado en las mismas instalaciones del CENID-RASPA). Se utilizaron charolas de poliestireno de 200 cavidades, en las cuales se depositó una semilla por cavidad, el sustrato empleado fue “Peat moss BM2”.

La unidad experimental consistió en una parcela de 6 m de longitud por 7.5 m de ancho; en la cual se instalaron tres líneas regantes separadas a 2.5 m. Se establecieron dos hileras de plantas por línea regante sobre los orificios del acolchado plástico para una densidad de 26 mil plantas por hectárea. La fertilización del cultivo se determinó con base a la capacidad de absorción de nutrimentos de las plantas por cada tonelada: 3 a 4 kg de nitrógeno, 1.0 a 1.5 kg de fósforo y 8 a 9 kg de potasio (Domínguez, 1997; Rincón *et al.*, 1997; Castellanos *et al.*, 2000). Se fertilizó para un rendimiento objetivo de 30 t ha<sup>-1</sup>; el nitrógeno y fósforo se dosificaron en ocho fracciones durante todo el ciclo del cultivo, mientras que el potasio se aplicó en las últimas cinco fracciones. La fertilización se realizó a través del sistema de riego por goteo mediante un inyector Venturi.

Para la prevención y control de plagas y enfermedades se realizaron las siguientes aplicaciones: dos aplicaciones de Bifentrina y Buprofezin para el control de mosquita blanca (*Bemisia* spp.) y pulgón (*Aphis* spp.) en dosis de 300 ml ha<sup>-1</sup> y 1 L h<sup>-1</sup> respectivamente. La araña roja (*Tetranychus urticae*) se controló con una aplicación de Abamectina con una

dosificación de 300 ml ha<sup>-1</sup>. La prevención de pudrición radicular (*Phytophthora capsici*) se efectuó con una aplicación de la bacteria *Trichoderma harzianum*, con dosis de 0.6 kg ha<sup>-1</sup>. Para la prevención y control del virus del amarillamiento del melón se realizaron cuatro aplicaciones de 750 ml ha<sup>-1</sup> de un producto inductor de resistencia viral (VIRUS STOP). También se realizaron dos aplicaciones de Acibenzolar en dosis de 40 g ha<sup>-1</sup> con la finalidad de activar y proteger las plantas de enfermedades. Todos estos productos se aplicaron de forma foliar excepto el *Trichoderma*, este se aplicó a través del sistema de riego por goteo.

Las variables respuesta de este estudio fueron las siguientes: rendimiento acumulado (t ha<sup>-1</sup>) de siete cortes durante todo el ciclo y calidad de fruto con referencia a los diámetros polar y ecuatorial, grosor de pulpa y peso de fruto. El análisis estadístico se realizó con el paquete SAS (versión, 9.0), mediante análisis de varianza y pruebas de comparación de medias (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento

Para el análisis estadístico de esta variable se utilizó el rendimiento acumulado de los siete cortes efectuados al cultivo. Los tratamientos no afectaron de forma significativa el rendimiento, este osciló de 24.9 a 29.0 t ha<sup>-1</sup>. En base a la tendencia de los rendimientos acumulados, se observa que los tratamientos T3 y T5 presentaron los mejores valores promedio a partir del cuarto corte (Figura 2).

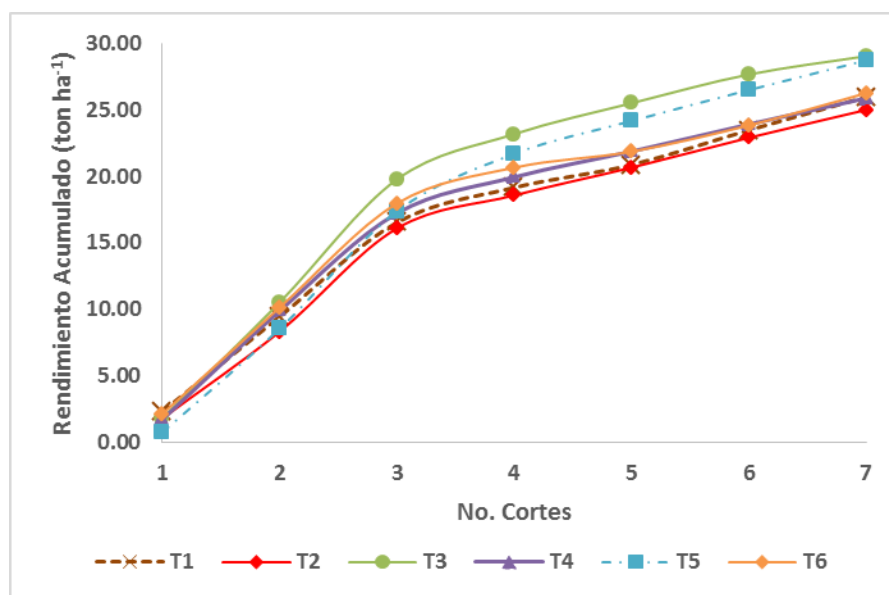


Figura 2. Rendimiento acumulado de siete cortes de melón cantaloupe.

Basándose también en la tendencia de los resultados, el tratamiento T3 logró el máximo rendimiento ( $29.1 \text{ t ha}^{-1}$ ), correspondiente al híbrido Navigator F1 y a la programación del riego con los coeficientes: basal ( $K_{cb}$ ) y evaporación ( $K_e$ ). Este rendimiento fue casi similar al rendimiento planteado en el presente estudio ( $30 \text{ t ha}^{-1}$ ) y al rendimiento promedio de los municipios de la Región Lagunera de Coahuila y Durango.

Cabello *et al.* (2009), reportó que los mejores rendimiento de melón, se obtuvieron mediante la programación del riego al 100% de la  $ET_c$ , además afirma que es posible irrigar el melón de forma deficitaria al 90% de la  $ET_c$ , sin que esto afecte el rendimiento, caso similar a lo que se presentó en este estudio. Aunque, se presentó una diferencia de 9.1 cm en el consumo de agua entre los dos niveles de riego, esta no afectó el rendimiento debido a que ambos tratamientos cubrieron plenamente los requerimientos hídricos del cultivo en todo su ciclo. Lo anterior reafirma que es posible el ahorro de agua en el cultivo de melón mediante el uso del acolchado plástico para los híbridos evaluados en este estudio en siembras intermedias.

#### Calidad de fruto

El factor híbrido afectó de manera significativa ( $p \leq 0.05$ ) a los diámetros ecuatorial y polar del fruto. Con lo referente al factor riego, este presentó diferencia estadística altamente significativa ( $p \leq 0.01$ ) en las variables diámetro ecuatorial y peso de fruto; además afectó de manera significativa ( $p \leq 0.05$ ) en el diámetro polar y grosor de pulpa (Cuadro 2). El híbrido Expedition F1 presentó los mejores promedios de las variables diámetro ecuatorial y polar del fruto de melón. En cuanto a los tratamientos de riego, el nivel de riego  $R_1$  (riego programado con los coeficientes: basal y evaporación) produjo los mejores indicadores de calidad de fruto.

Cuadro 2. Promedios de diámetro ecuatorial (DE), diámetro polar (DP), grosor de pulpa (GP) y peso de fruto (PF) del melón.

Factor	Niveles de estudio	DE (cm)	DP (cm)	GP (cm)	PF (g)
Híbridos	Expedition F1	37.4 a	39.4 a	3.15 a	1016.0 a
	Navigator F1	35.7 b	37.9 ab	3.06 a	937.5 a
	Pitayo F1	36.6 ab	37.2 b	3.08 a	946.2 a
Riego	$ET_{c= (K_{cb} + K_e) * ET_o (R_1)}$	37.4 a	38.9 a	3.18 a	1035.0 a
	$ET_{c= (K_{cb}) * ET_o (R_2)}$	35.6 b	37.4 b	3.01 b	898.3 b

Medias con letras iguales en un mismo factor no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

#### Rentabilidad del cultivo

Tomando como referencia el rendimiento logrado con el mejor tratamiento, se puede esperar un nivel importante de competitividad en la producción de melón de siembra intermedia con la

tecnología probada. En el período de 2008-2013 durante los meses de agosto a octubre, el precio medio rural del melón en la Región Lagunera fue de \$4.00 por kg; siendo superior por un 220% con relación al precio registrado en los meses de mayo a junio (período de cosecha de siembras tempranas), el cual fue de \$1.80 por kg. Al sembrar en etapa intermedia se garantiza un margen de utilidad mínimo de \$60,000 por hectárea, ya que podría destinarse hasta la mitad del rendimiento para cubrir los costos de producción, incluidos los costos de la semilla, el sistema de riego y el acolchado plástico. La rentabilidad podría ser aún mayor si el sistema de riego se amortiza en varios ciclos de cultivo, lo cual depende en gran medida de la aplicación de un buen programa de mantenimiento y el uso de agua de buena calidad para incrementar su durabilidad.

### **CONCLUSIONES**

Los tratamientos afectaron estadísticamente en la calidad de fruto del melón sembrado en etapa intermedia, pero no así en el rendimiento. El híbrido Expedition F1 y el nivel alto de riego ( $R_1$ ) presentaron los mejores indicadores de calidad de fruto de melón (diámetros ecuatorial y polar, grosor de pulpa y peso de fruto). La siembra del melón en etapa intermedia obtuvo mayor ganancia neta (\$60,000  $ha^{-1}$ ) que las siembras tempranas (\$45,000  $ha^{-1}$ ).

En caso de comercializar el melón sin considerar la calidad de fruto, se puede lograr un ahorro de agua de 910  $m^3 ha^{-1}$  utilizando el acolchado plástico, el cual suprime la evaporación directa estimada con el coeficiente basal en la programación del riego para sistemas por goteo. Esto es posible, siempre y cuando se aplique el método del coeficiente dual en lugar del método del coeficiente único, el cual se utiliza normalmente para estimar las demandas de agua de los cultivos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Cabello, M. J., M. T. Castellanos., F. Romojaro., C. Martínez., y F. Ribas. 2009. Yield and Quality of Melon Grown under different Irrigation and Nitrogen Rates. *Agric. Water Manage.* 96. Pp. 866-874.
- Castellanos, J. Z., S. X. Uvalle B., y A. Aguilar S. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelo y Aguas. Colección INCAPA 2ª. Edición. San Miguel de Allende, Guanajuato. 226 p.
- Catalán, V. E. A., M. M. Villa C., M. A. Inzunza I., A. Román L., G. Delgado R., y J. L. González B. 2013. Sistema en Línea para la Programación del Riego en Tiempo Real en Coahuila. *In: Memoria de la 25ª Semana Internacional de Agronomía.* Gómez Palacio, Durango, México.
- Chew, M. Y. I., A. Vega P., M. Palomo R., y F. Jiménez D. 2009. Enfermedades del Melón en Diferentes Fechas de Siembra en la Región Lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas.* 2009 (7). pp. 133-138.
- Domínguez, V. A. 1997. Las Curvas de Acumulación Nutricional en los Cultivos Hortícolas y su Importancia en los Programas de Fertilización. *In: Memoria Técnica del 2º. Simposio Internacional de Ferti-irrigación,* Querétaro, México. pp. 73-82.

- Espinoza, A. J. J. 2011. Posibilidades y Restricciones para la Exportación de Melón Cantaloupe Producido en el Municipio de Mapimí, Dgo., México al Mercado de los Estados Unidos. Revista Mexicana de Agronegocios. Quinta Época. Año XV. Volumen 28. pp. 593-604
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage paper 56. Rome, Italy.
- INFORURAL. 2014. Productos de Temporada. <http://www.inforural.com.mx/mayo-frutas-de-temporada/>. Fecha de Consulta: Julio 2014.
- Ramírez, C. J. 1976. Características Generales de las Series de Suelos en la Región Lagunera (Coahuila-Durango). Secretaría de Recursos Hidráulicos. Distrito de Riego 17. Torreón, Coahuila, México.
- Rincón, L., J. Sáez., A. Pérez., C. Pellicer y M. D. Gómez. 1997. Crecimiento y Absorción de Nutrientes de Melón bajo invernadero. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetal.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>. Fecha de Consulta: Junio 2014.

## RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO EN VID PARA MESA CON DIFERENTE MANEJO DE SUELO

**<sup>1</sup>Manuel Antonio Galindo-Reyes, <sup>1</sup>Osias Ruiz-Álvarez, <sup>2</sup>José Carlos Monárrez-González y <sup>1</sup>Carlos Hugo Castañeda-Esparza, <sup>3</sup>Rosa Paulina Palomino-Luevano, <sup>4</sup>Ricardo Fabián Guevara-Medina**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. <sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional. CIDIR Durango, Durango, México. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico El Llano. Km. 18 Carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, El Llano, Ags. <sup>4</sup>Universidad Autónoma de Zacatecas. Km. 15.5 Carretera Zacatecas-Guadalajara, Cieneguillas, Zac.  
\*E-mail: galindo.manuel@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

En México se cultivan cerca de 30,000 hectáreas de vid (*Vitisvinífera* L.). Los estados de Sonora, Baja California, Zacatecas y Aguascalientes ocupan el primero, segundo, tercero y cuarto lugar en superficie cultivada de vid a nivel nacional, respectivamente (SIAP, 2013).

Actualmente, más del 97% de la superficie del cultivo de vid se desarrolla en la región semiárida y mediterránea de nuestro país. En estas regiones la precipitación es escasa y errática, ya que caen menos de 450 mm de precipitación y la evaporación de referencia es mayor a los 1,100 mm. Ante esta situación de déficit de humedad en cierta época del año, el riego es indispensable para desarrollar viñedos comerciales (Teixeira *et al.*, 2007).

La demanda de agua del cultivo depende del clima, tipo y profundidad de suelo, variedad, edad, arreglo topológico (espacio entre líneas y plantas), altura y ancho del sistema de conducción, prácticas de manejo (carga de cosecha, poda, cobertura del suelo), entre otros; así, la lámina de riego en plantas de vid para vino en crecimiento (uno a dos años) es de 146 mm y en plantas en producción es de 417 mm por año (Evans *et al.*, 1993). En Sonora, para vid “Thompson Seedless” se recomienda la aplicación de 1,100 mm de lámina de riego en condiciones de riego por goteo (Fimbres *et al.*, 2000). Así mismo, en Aguascalientes y Zacatecas se aplican más de 1,000 mm en condiciones de riego por gravedad y más de 650 mm en condiciones de riego por goteo (Mojarro *et al.*, 2007), aunque estas láminas todavía se consideran excesivas, por lo que es imprescindible emplear prácticas que ayuden a ahorrar agua de manera significativa, eficiente y sostenible.

Uno de los principales factores que más limitan el cultivo y la productividad de la vid, es la disponibilidad de agua para riego, por lo que es urgente e imprescindible tomar medidas que permitan un aprovechamiento racional del recurso y promover una explotación sustentable de la vid en México. En general existen varias técnicas para reducir la evaporación del agua en el suelo e incrementar la eficiencia en el uso del agua tales como riego por goteo, el riego por

goteo subsuperficial (riego subterráneo), riego deficitario, acolchados con diferentes materiales, entre otros (Galindo-Reyes *et al.*, 2013).

En otros frutales se han logrado ahorros importantes en el agua de riego mediante acolchados; por ejemplo, en el cultivo de ciruelo (*Prunus salicina* Lindl.) variedad Methley se ha ahorrado más del 13% con el uso de acolchado de paja de maíz (Eduardo *et al.*, 2001). En el caso concreto del cultivo de vid se ha disminuido la evaporación de manera importante y se han mejorado las propiedades físicas y químicas del suelo (Pinamonti, 1998). Al respecto, Ibarra *et al.* (1996) señalan que el acolchado plástico aceleró la formación de ramas y aumentó la producción acumulada, con respecto al método tradicional de cultivo.

Otra técnica que facilita el ahorro de agua es el riego por goteo subterráneo (RGS), esto consiste en colocar una red de tuberías con goteros integrados, a una profundidad donde se encuentran la mayor parte de las raíces del cultivo, lo que permite disminuir la filtración y evaporación del agua (ASAE, 1999). En este sentido, Najafi *et al.* (2012) mencionan que el RGS ha propiciado mayor crecimiento, rendimiento y ahorro de agua en el cultivo de vid en comparación con el riego por goteo superficial y otros métodos de riego tradicionales.

Considerando la importancia que juegan las prácticas de manejo del suelo sobre el crecimiento y desarrollo en hortalizas y en otros frutales, en esta investigación se planteó como objetivo determinar el efecto de varias prácticas de manejo del suelo sobre el rendimiento y calidad de fruto en vid para mesa variedad Globo Rojo en Aguascalientes.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se está desarrollando en un viñedo comercial con la variedad para consumo en fresco “Globo Rojo”, injertado sobre el portainjerto *Vitisrupestris*, de ocho años de edad, establecido en el estado de Aguascalientes. Durante los últimos tres años se han evaluado cinco tratamientos y consisten en, tratamiento uno, dejar el suelo desnudo (sin cobertura) y deshierbe manual; tratamiento dos, implementación del riego por goteo subsuperficial, a 0.30 m de profundidad y dos mangueras (una a cada lado de la línea) de poliducto; tratamiento tres, acolchado con plástico plata/negro calibre 90, de un ancho de 1.4 m; tratamiento cuatro, aplicar en forma manual en cada hilera de las plantas, paja seca y picada de avena, en bandas de 1.5 m de ancho (equivalente a cinco toneladas por hectárea), cada año; y tratamiento cinco, colocar en forma manual una lámina o película de “ground cover” de color negro en cada hilera de las plantas, en bandas de 1.5 m de ancho. Estos tratamientos se distribuyeron en viñedo en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Cada parcela experimental

cuenta con tres líneas de plantas de vid, de 30 m de longitud y en cada parcela experimental se utilizó la línea central para efectos de muestreo.

Para manejar el riego se desarrolló un programa con el apoyo de sensores de humedad de la marca Watermark® y con ellos se determinó cuándo regar. Para ello se colocaron dos sensores de humedad por repetición, un sensor a una profundidad de 0.25 y otro a 0.50 m y se regó de acuerdo con Proffitt y Campbell (2011) quienes recomiendan regar la vid para mesa desde brotación hasta envero, en suelo franco, cuando la lectura del tensiómetro más superficial alcance -20kPa; entre envero y madurez hay que regar cuando la lectura llegue hasta -30kPa; y después de la cosecha se debe regar cuando la lectura alcance -60kPa. También, se hizo un análisis de suelo para determinar propiedades físicas y químicas y así obtener la curva característica de humedad del suelo en laboratorio con el método de la olla y membrana de presión (Aguilera y Martínez, 1980). Algunos tratamientos se secaron más rápido y requirieron riegos más frecuentes y de mayor duración, ello generó mayor consumo de agua, por lo que se determinó la lámina y el volumen agua en cada unidad experimental mediante medidores volumétricos caseros de 1/2" marca TD Meters® y modelo MJP.

La fertilización se hizo uniforme para todos los tratamientos y se aplicó de acuerdo con el programa de nutrición del productor cooperante y el fertilizante se aplicó en el agua (fertirriego) mediante el sistema de riego.

Como variables de respuesta se evaluaron las dinámicas acumuladas en porcentaje de brotación y de envero. También, se determinaron los grados brix en fruto poco antes del envero y hasta madurez.

Los datos se sometieron a análisis de varianza con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002) y los promedios se compararon mediante la diferencia mínima significativa (DMS). Finalmente, se calculó el error estándar para cada promedio, en cada muestreo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Brotación y componentes de rendimiento

En el Cuadro 1 se presenta la brotación de yemas cuando el tratamiento testigo había acumulado un valor cerca a 50% y el tratamiento con ground cover con 78% de yemas brotadas; sin embargo, al analizar estadísticamente esta información no existen diferencias significativas, lo que indica que los acolchados no tiene efecto sobre la fenología del cultivo de la vid. Este comportamiento contrasta con los resultado encontrados por Ibarra *et al.* (1996), quienes encontraron una aceleración en la formación de ramas en plantas acolchadas con plástico negro.



Cuadro 1. Brotación, racimos por planta y peso de racimo en vid Globo Rojo.

Tratamiento	Brotación (%)	Racimos por planta	Peso de racimo (kg)
Testigo	54.04 a	26.41 a	0.855 a
Plástico	71.24 a	27.25 a	0.892 a
Paja	58.10 a	29.75 a	0.792 a
Ground Cover	78.28 a	23.25 a	0.830 a
RGS	65.43 a	26.50 a	0.758 a

RGS. Riego subsuperficial.

Los racimos por planta y el peso del racimo permanecieron sin cambios con las diferentes técnicas de manejo del suelo para ahorrar agua en el viñedo (Cuadro 1). De manera contrastante, Najafi *et al.* (2012) mencionan que el RGS ha propiciado mayor crecimiento, rendimiento y ahorro de agua en el cultivo de vid en comparación con el riego por goteo superficial y otros métodos de riego tradicionales.

En cuanto al rendimiento y peso de baya todos los tratamientos presentaron valores similares (Cuadro 2), esto indica que es posible ahorrar agua en el cultivo de vid para mesa Globo Rojo mediante acolchados sin afectar la producción, ya que con el acolchado plástico se ahorró cerca del 22% de agua (datos no mostrados).

Cuadro 2. Rendimiento, peso de baya y grados brix en vid Globo Rojo.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso de baya (g)	Grados brix
Testigo	34,794.44 a	10.24 a	15.42 b
Plástico	37,002.78 a	9.93 a	15.78 a
Paja	28,212.50 a	9.53 a	15.09 c
Ground Cover	32,459.72 a	10.26 a	15.34 bc
RGS	32,554.17 a	9.65 a	15.17 bc

RGS. Riego subsuperficial.

Los grados brix del fruto de las plantas con cubierta de plástico se incrementaron de manera significativa ( $P \leq 0.05$ ); en cambio, los frutos de las plantas con acolchado de paja de avena

presentaron el contenido de azúcar más bajo de todos los tratamiento (Cuadro 2). Esto se atribuye a que la cubierta con paja pudo generar una competencia en el suelo por nutrimentos.

### CONCLUSIONES

- ❖ Las diferentes prácticas de manejo del suelo no afectan la brotación ni el rendimiento de fruto en vid para mesa Globo Rojo.
- ❖ Únicamente el acolchado con plástico negro promovió mayor acumulación de azúcar en el fruto en comparación con los demás tratamientos.
- ❖ El acolchado con paja produjo frutos con menor concentración de azúcar.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, C. M. y R. Martínez E. 1980. Relaciones agua suelo planta atmosfera. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 256 p.
- ASAE (American Society of Agricultural Engineers).1999. Soil and Water Terminology. S526.1. ASAE Standards. ASAE, St. Joseph, Mich, USA.
- Eduardo D., J. J., L. Tijerina C., R. Acosta H. y A. López J. 2001. Producción de ciruelo con fertirriego en función de contenidos de humedad y coberturas orgánicas. Terra 19: 317-326.
- Evans, R. G., Spayd, S. E., Wample, R. L., Kroeger, M. W., Y Mahan, M. O. 1993. Water use of Vitis vinifera grapes in Washington. Agricultural Water Management, 23, 109-124.
- Fimbres, F. A., G. Martínez D. y M. J. Valenzuela R. 2000. Alta y baja humedad con riego por goteo en vid para mesa y su efecto en las yemas florales. Terra 18:219-224.
- Galindo-Reyes, M. A., Ubario-Hernández, M. N., Guevara-Medina, R. F., Castañeda-Esparza, H. C., y Ortiz-Luevano, M. 2013. Adelanto de brotación e incremento de calidad de fruto en vid en condiciones de acolchado. In R. J. J. Martínez, G. J. Puentes, N. M. J. Vázquez, N. J. M. Vázquez & R. R. Santana (Eds.), Memorias de la 25 Semana Intenacional de Agronomía. Gómez Palacio, Durango, México: Universidad Juárez del Estado de Durango. Faculstad de Agricultura y Zotecnia.
- Ibarra, J. L., H. I. Macías, H., y F. D. Silva, P. 1996. Ventajas del acolchado con plástico negro en vid. Agrociencia, 30, 401-404.
- Mojarro, D. F., J. Hernández P., J. González T., M. Ortiz L. y A. Juárez B. 2007. Riego y fertirriego en vid. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas. 37 pp.
- Najafi, P., Tabatabaei, S. H., y Asgari, K. 2012. Assessment of SDI system application on grape. Journal of Food, Agriculture & Environment, 10(1), 260-262.
- Pinamonti, F. 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. Nutrient Cycling in Agroecosystems 51:239-248.
- Proffitt T. and J. Campbell C .2011. Irrigation management for table grapes in a drying environment. Australian Government. pp 23.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Cierre de la producción agrícola por estado: uva. SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). In: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx). Consultado en línea el 3 de septiembre de 2013.
- Teixeira, A. H. C., M., B. W. G., & Bassoi, L. H. 2007. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in the São Francisco river basin, Brazil. Agricultural Water Management, 94, 31–42.

## **PRODUCCIÓN DE MAÍZ HIDROPÓNICO BAJO CONDICIONES DE UN INVERNADERO SEMIEQUIPADO EN LA COMARCA LAGUNERA.**

**Edgar González Hurtado<sup>1</sup>, Edmundo Castellanos Pérez<sup>1</sup>, J. Santos Serrato Corona<sup>1</sup>, J. Angel Maraña Santacruz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

### **INTRODUCCIÓN**

El problema del agua en el mundo, tiende cada día a ser un problema de seguridad de cada país y México no es la excepción. En la Comarca Lagunera este problema se asume ya como un problema crónico, severo y agudo, donde la precipitación anual es alrededor de 240 mm, y el uso del agua subterránea es mayor que la recarga de los acuíferos, problema que agrava la situación agrícola. Una de las alternativas para ahorrar agua es el cultivo de forrajes hidropónicos. La hidroponía se define como el cultivo sin suelo sobre sustratos inertes, con el uso de las soluciones nutritivas que abastecen óptimamente los requerimientos nutricionales de las plantas (Resh, 2001; Sánchez, 2000) caracterizada por la producción intensiva de plantas. El forraje verde hidropónico es el resultado de la germinación y crecimiento temprano de plántulas provenientes de semillas forrajeras de gramíneas y leguminosas durante períodos de producción que varían de 9 a 16 días (FAO, 2001). Este tipo de forraje puede producirse tanto en invernaderos automatizados como en sistemas operados manualmente estableciendo condiciones adecuadas de temperatura, humedad y luz (Arano, 1998). Dentro de sus principales ventajas se encuentran su bajo consumo de agua, incrementando su productividad, menor problema de plagas, se produce forraje diariamente, no requiere superficie de suelo, no tiene periodos largos de producción, no tiene competencia con malezas, se reduce o elimina el uso de agro-tóxicos, es consumible en su totalidad con raíces, tallos, hojas y resto de semillas (Rodríguez *et al.*, 2003). La temperatura factor primordial para el desarrollo de los cultivos bajo condiciones de invernadero, cada cultivo exige un nivel de temperatura óptima. Las exigencias climáticas de los cultivos en invernaderos varía de acuerdo a ellos, sin embargo, la mayoría está en un rango de 20 a 30°C para la germinación. En la noche es de 10 a 21°C y la óptima de crecimiento en el día varía de 18 a 30°C (Macías *et al.*, 2003). El maíz (*Zea mays*, L) es una de las gramíneas de mayor importancia a nivel mundial. Se emplean tanto en la alimentación humana, animal y como biocombustible. En la Comarca Lagunera en 2013 se sembraron 5,440 ha de maíz forrajero con riego por gravedad y 21,968 con riego con agua subterránea con una producción en toneladas de 265,856 y 1,069,306 respectivamente. De maíz grano se sembraron 968 ha con riego por gravedad y con riego por bombeo 639 ha con una producción

de 2,683 y 2,676 toneladas respectivamente (El Siglo de Torreón 2014). El objetivo fue determinar el rendimiento y desarrollo del forraje de maíz, bajo un sistema hidropónico, aplicando dos niveles de solución nutritiva en los meses de octubre y noviembre.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo de investigación se realizó bajo condiciones de invernadero rústico en la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Éste se localiza en el km 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, en el Ejido Venecia, Municipio de Gómez Palacio, Durango en las coordenadas N 25° 46' 02" y O 103° 21' 02", con una altitud de 1110 m sobre el nivel del mar. El experimento se llevó a cabo en una sección del invernadero de la Facultad de Agricultura y Zootecnia el cual tiene una estructura metálica, cubierta con plástico transparente en la parte del techo y sus costados son de plástico. Sus dimensiones son de 7 m de largo 11 m de ancho y 4.5 de altura.

Se pusieron cuatro charolas diariamente a germinar del 23 de Octubre al 13 de Noviembre de 2012, dos con fertilización y dos sin fertilización. La dimensión de cada charola fue 40x40x5 cm. Se puso en cada charola 1,200 g de semilla comercial de maíz. Las charolas a las que se les midió altura de planta, producción de biomasa verde, proteína cruda, fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) fueron las que se pusieron a germinar los días 23, 26 y 29 de Octubre, el 01, 04, 07, 10 y 13 de Noviembre. A las charolas con fertilización se pusieron por cada 100 litros de agua 24 g de NPK, 27 g de CaNO<sub>3</sub>, 29.5 g de MgSO<sub>3</sub>, de ácido fosfórico 4.7 ml, micronutrientes quelatos 4.6 g. La altura de las plantas se midió cada tres días. A los 11 días de haber germinado la planta, la estimación de la proteína cruda, FAD y FDN de la biomasa total en base seca se hizo en el laboratorio de nutrición de la Facultad. Se aplicaron ocho riegos diariamente con una aplicación de 250 ml por riego por charola.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

No se encontró diferencia entre modelos en el crecimiento de la planta de maíz entre la aplicación de la solución nutritiva en el agua y sin solución nutritiva, incluso el intercepto es ligeramente inferior en las plantas que tuvieron solución nutritiva. La figura 1 nos muestra como son casi idénticos los modelos de crecimiento de las plantas con o sin solución nutritiva en el agua.

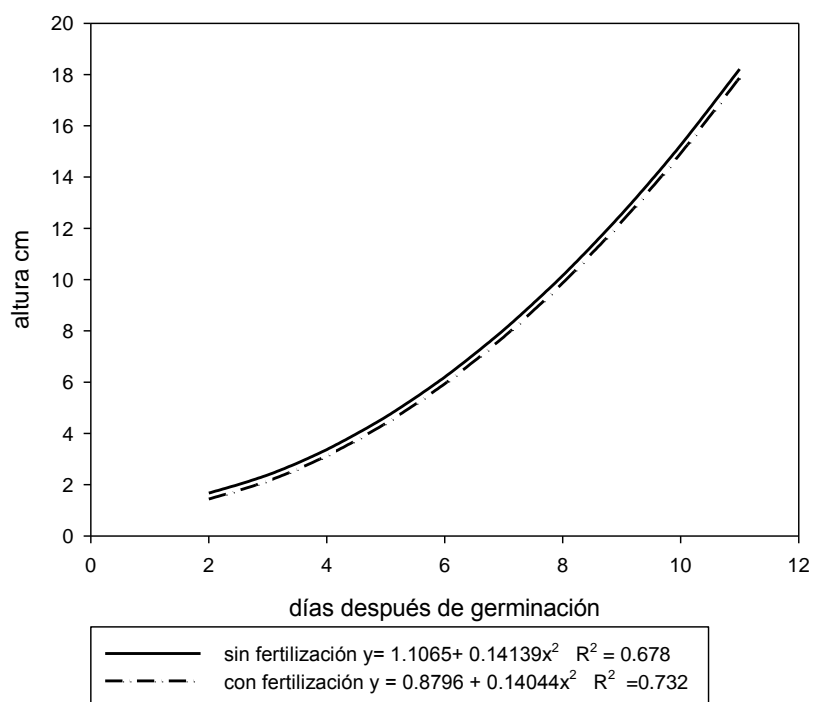


Figura 1. Relación de la altura de plantas de maíz hidropónico con los días después de haber germinado.

Se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la fibra ácido detergente teniendo mayor porcentaje el tratamiento sin solución nutritiva (Cuadro 1), aun así este porcentaje es bajo en ambos ya que fue estimada en base seca, lo cual indica que la poca cantidad de celulosa y lignina que el forraje presentó a los 11 días de haber germinado. Referente al efecto de fechas en que la semilla fue puesta a germinar se tuvo mayor producción de biomasa verde en las últimas fechas, y se observa mayor porcentaje de proteína cruda en las primeras fechas en que fue puesta a germinación la semilla. La cantidad de proteína encontrada es alta en el forraje, el cual puede ser usado como un suplemento para los rumiantes al considerar este nutriente.

Cuadro 1. Biomasa verde total, altura del tapete radicular, proteína cruda (P.C.), materia seca (M.S.), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y ceniza del forraje hidropónico de maíz obtenido del 23 de octubre al 27 de noviembre de 2012 de los tratamientos con y sin fertilización.

Tratamiento	Peso verde (kg)	Tapete (cm)	PC (%)	FND (%)	FAD (%)	Ceniza (%)	M.S. (%)
	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$		$\bar{Y}$
Sin fertilizante	4.71 a <sub>1</sub>	1.99 A	26.87 a	73.0 A <sub>1</sub>	16.53 a	4.16 a	93.23 b
Con fertilizante	4.76 a	2.34 A	25.47 b	68.1 A <sub>9</sub>	14.12 b	4.25 a	93.36 a

<sup>1</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna representan diferencia significativa (p<0.05), n=16 por tratamiento.

Cuadro 2. Biomasa verde total, altura del tapete radicular, proteína cruda (P.C.), materia seca (M.S.), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y ceniza del forraje hidropónico de maíz por fecha de puesta en charola de germinación.

Fecha	Peso Verde (kg)	Tapete (cm)	PC (%)	FND (%)	FAD (%)	Ceniza (%)
	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$	$\bar{Y}$
1	3.48 b <sup>1</sup>	2.25 a	32.45 a	63.57 a	15.31 bc	3.83 ab
2	3.80 b	2.70 a	34.02 a	75.10 a	9.65 d	2.30 a
3	4.83 ab	1.50 a	33.79 a	86.39 a	14.05 c	5.33 a
4	4.63 ab	2.38 a	27.12 b	60.46 a	18.98 a	4.10 a
5	5.53 a	2.25 a	28.40 b	64.14 a	16.32 b	3.77 ab
6	4.88 ab	2.00 a	22.14 c	65.05 a	15.53 bc	4.91 a
7	4.85 ab	2.13 a	15.74 d	75.56 a	16.18 b	4.87 a
8	5.93 a	2.13 a	15.71 d	74.55 a	16.53 b	4.53 a

1= 23 de Octubre, 2= 26 de Octubre, 3= 29 de Octubre, 4 = 01 de Noviembre, 5 = 04 de Noviembre, 6= 07 de Noviembre, 7= 10 de Noviembre, 8= 13 de Noviembre.

<sup>1</sup> Letras diferentes dentro de la misma columna representan diferencia significativa (p<0.05), n=4 por tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arano C. 1998. Forraje Verde Hidropónico y otras Técnicas de Cultivo sin Tierra. Versión 2.0. Buenos Aires, Argentina. Formato CD.
- El Siglo de Torreón. 2014. Resumen Económico Comarca Lagunera 2013. Cía. Editora de La Laguna. Torreón Coah. 80 p.
- FAO. 2001. Mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA. Manual Técnico de Producción de Forraje Verde Hidropónico. TCP/ECU/066 (A) Oficina Regional América Latina y El Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Santiago, Chile. 9 pp.
- Macías R.H., E Romero F., y J. Martínez. S. 2003. Invernaderos de plástico Agricultura protegida. Libro técnico N°1. Inifap. Centro nacional de investigación disciplinaria en relación agua-suelo-planta-atmosfera. Gomez Palacio, Durango. pp.154 y 161.
- Resh, H. M. 2001. Cultivos Hidropónicos. 5ª edición, editorial Mundi-presa. p.154.
- Rodríguez Ramírez, H. E. C. Rodríguez M., A. Flores M., I. Sánchez E. y A. Grado A. 2003. Utilización del forraje verde hidropónico como suplemento para vacas lactantes durante la sequía. Hidroponía. Lo más cerca del futuro: 147-149.
- Sánchez, A. 2000. Una experiencia de forraje verde hidropónico en Uruguay. Boletín informativo de la red hidropónica No 7. Lima Perú.
- Tuner y Henry. 1990. Hidroponía. Horticultura y floricultura sin tierra: 1 tecnología de producción de cultivos hidropónicos. John Wiley & Sons, Inc. N. Y. pp. 75-98.

## PRODUCCIÓN DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum L.*) CON ESTIÉRCOL SOLARIZADO Y RIEGO POR CINTILLA EN LA COMARCA LAGUNERA

<sup>1</sup>Jorge Mateo Name Castillo; <sup>2</sup>Ignacio Orona Castillo; <sup>2</sup>Cirilo Vázquez Vázquez; <sup>2</sup>José Ángel Maraña Santacruz; <sup>2</sup>Antonio Gallegos Ponce; <sup>2</sup>Miguel A. Gallegos Robles y <sup>2</sup>Judith Puentes Gutierrez

<sup>2</sup>Profesor Investigador de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (DEP-FAZ-UJED). <sup>1</sup>Alumno de MAOS-FAZ UJED

### INTRODUCCIÓN

La albahaca tiene diferentes usos medicinales, como especie aromática en comidas y en la extracción de aceite. Esta planta es muy sensible a las heladas.

El principal origen de la albahaca que se importa en Estados Unidos es mexicano ya que este país concentró el 49% del valor de las importaciones en 2005. Le sigue en importancia Israel con 20%, Egipto con 18% y con participaciones del 3% aparecen Colombia y Perú (PHN, 2006). En México se produce en los estados de Baja California, Baja California Sur, Morelos y Nayarit (SIAP-SAGARPA, 2010).

Este cultivo reporta una superficie total sembrada de 441.05 hectáreas y una producción de 3,322.6 t ha<sup>-1</sup>, el rendimiento es de 8.2 t ha<sup>-1</sup> en verde y un precio por tonelada de \$12,769.84, lo que representa un valor de producción de \$42,429,070.38, lo que se traduce en un ingreso total por hectárea de \$104,712.68 pesos (SIAP-SAGARPA, 2011), siendo Baja California Sur el estado que establece el precio internacional de la albahaca orgánica (SAGARPA, 2004).

La albahaca en México, no se cultiva a grandes escalas comerciales, por el contrario, su explotación principal se observa a nivel de traspatio, y su aprovechamiento se presenta en climas cálido, semicálido, seco, semiseco y templado.

Esta especie entre otras es de suma importancia, debido a que se utiliza como planta medicinal. Asimismo, la demanda de la albahaca orgánica se ha incrementado, principalmente porque se considera que sus propiedades medicinales aumentan sus efectos benéficos si se asocian a la producción orgánica (Ruíz *et al.*, 2009).

Un factor de producción para la albahaca es el estiércol solarizado. Ya que el incremento de los precios de los fertilizantes ha impactado notablemente al campo; debido al precio de los fertilizantes se están aplicando nutrientes sólo en un 45% de la superficie de cultivo, que la mayoría de las aplicaciones se realicen en el ciclo primavera-verano con una relación de costo integrado del 10 al 35% de los costos del cultivo. Ante estos precios se requiere de un cambio en los paradigmas de la nutrición de los cultivos, se necesita emplear estrategias de producción



enfocadas hacia una agricultura sostenible que considere el uso de abonos (Fortis *et al.*, 2009), lo cual constituye el objetivo de éste trabajo, realizado en la Comarca Lagunera, utilizando estiércol bovino solarizado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

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 2014.

Se localiza 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.

El estudio consistió en determinar el rendimiento de la Albahaca (*Ocimum basilicum L.*) con diferentes niveles de estiércol solarizado.

Se realizó un estudio previo del suelo donde se estableció el cultivo analizando los factores de conductividad eléctrica, pH, nitratos, materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio y textura.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento del cultivo en verde (REN)

En la Figura 1 se muestra el Rendimiento en Peso Verde del Albahaca donde se observa una significancia estadística en el tratamiento T4 120 t ha<sup>-1</sup> en cuanto a la dosis de estiércol se encuentra un rendimiento mayor al primer año con una diferencia de 5.12 t ha<sup>-1</sup>, donde no se le aplicó ningún contenido de estiércol, siguiéndolo T1 control (con cero aplicación de estiércol), también mostrando una significancia estadística de un año a otro siendo el mejor el 2<sup>do</sup> año donde el valor es de 14.64 t ha<sup>-1</sup>, y el primer año se obtuvo 11.43 t ha<sup>-1</sup> teniendo una diferencia de 3.21 t ha<sup>-1</sup>, donde los otros tratamientos no se muestra una gran diferencia estadística amplia como lo muestra la FIGURA 1.

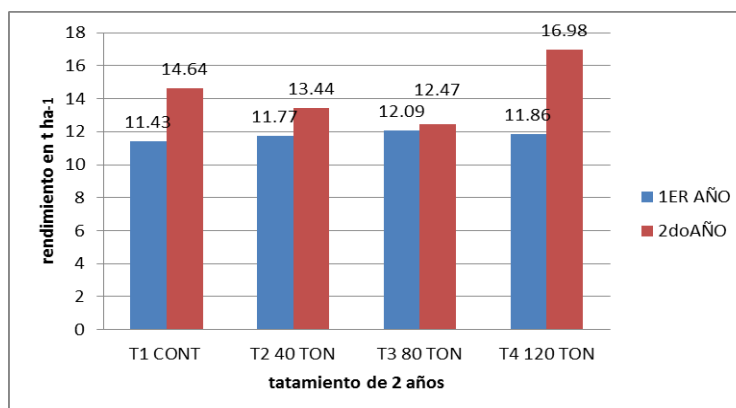


Figura 1. Rendimiento del cultivo en Verde (RENV) en producción de albahaca con tres dosis de

estiércol solarizado y un sistema de riego por cintilla. Y está formado de un control, E40, E80, E120= 40, 80, 120 t ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado.

#### Rendimiento del cultivo en seco (RENS)

En la Figura 2, se muestra el Rendimiento en Peso seco del Albahaca donde no se muestra una estadística significativa, estadísticamente en los tratamiento como se muestra si lo vemos por año en el primer año el mejor tratamiento que tuvo mejor rendimiento fue el T1 control con cero aplicación de estiércol con 1.4 t ha<sup>-1</sup>, pero el segundo año el que tuvo mejor rendimiento fue el tratamiento T3 80 t ha<sup>-1</sup> con un rendimiento de 1.77 t ha<sup>-1</sup>, pero comparando todos los tratamientos el segundo año fue mejor, porque si se muestra una diferencia entre los tratamientos.

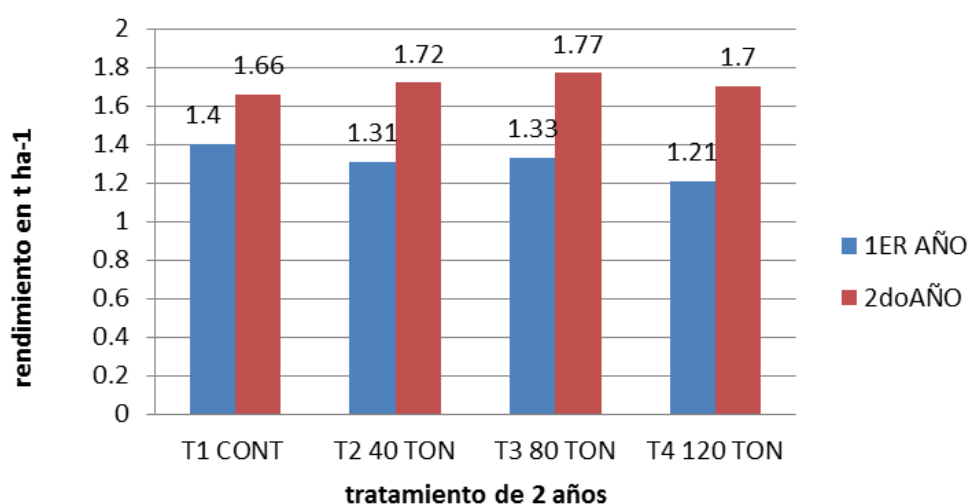


Figura 2. Rendimiento del cultivo en seco (REN) en producción de albahaca con tres dosis de estiércol solarizado y un sistema de riego por cintilla. Y está formado de un control, E40, E80, E120= 40, 80, 120 t ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado.

#### Potencial Hídrico (PH)

Al realizar el análisis de varianza para el potencial hídrico únicamente en el extracto de 0-15 cm. Se obtuvo una diferencia estadística en el cual el tratamiento 4 con 120 t ha<sup>-1</sup>. Estiércol, fue el que aportó un pH mayor con valor de 8.13, seguido por el tratamiento 3 con 80 t ha<sup>-1</sup>. Estiércol y el tratamiento 1 control (sin ninguna cantidad de estiércol) fue con el pH más cercano a 7. Esto debido a la gran cantidad de sales que provee el estiércol, el cual es a razón de 50 Kg. de sal por cada tonelada de estiércol de acuerdo a lo publicado por Figueroa en el 2010. Al realizar el análisis de varianza ANOVA únicamente en el extracto de (0-15 cm).no se obtuvo una diferencia estadística en el cual el tratamiento T3 con 80 t ha<sup>-1</sup> estiércol, fue el que aportó un pH mayor con valor de 7.83, seguido por el tratamiento 1 control (sin ninguna cantidad de estiércol)

con un valor de 7.82 después el tratamiento T4 con 120 t estiércol con un valor de 7.67 y el ultimo es el tratamiento T2 con 40 t de estiércol con un total de 7.42 fue con el pH más cercano a 7, en el extracto medio de (15-30 cm) el tratamiento más alto fue el T3 con 80 t de estiércol con un pH de 7.65 seguido del tratamiento T2 40 t de estiércol con 7.62 y el tercero es el tratamiento T4 con 120 t de estiércol con 7.56, el último es el T1 control (sin ningún contenido de estiércol) con 7.51 que fue con el pH más cercano a 7 y en el extracto de (30-60 cm) el tratamiento T3 con 80 t de estiércol fue el más alto con un valor de 7.97 seguido del tratamiento T2 con 40 t de estiércol con 7.86, el tratamiento T1 control (sin ninguna aplicación de estiércol) tiene 7.68 y por último el tratamiento T4 con 120 t de estiércol con un valor de 7.61, como se puede observar entre más profundidad tenga sale más alto el Ph.

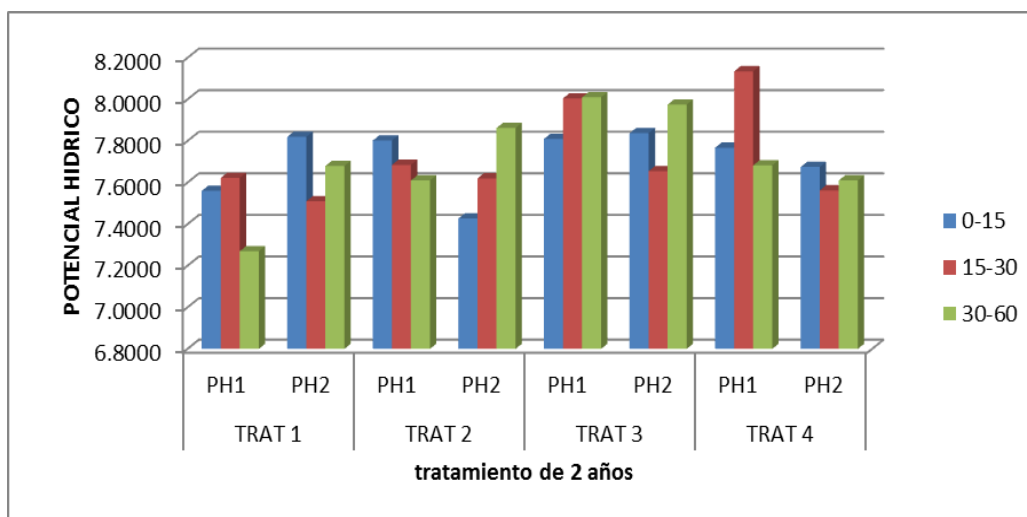


Figura 3. Potencial Hídrico (ph) en producción de albahaca con tres dosis de estiércol solarizado y un sistema de riego por cintilla. Y está formado de un control, E40, E80, E120= 40, 80, 120 t ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado.

### Conductividad eléctrica (CE)

Al realizar los estudios de análisis estadísticos de la conductividad eléctrica no se encontró diferencia significativa en ninguno de los estratos (0-15, 15-30, 30-60), pero al ser evaluadas estas por el factor independiente se mostró que en los estratos medios e inferiores (15-30 y 30-60) comparándolos con el primer estrato si se encuentra una diferencia significativa presente esta que apenas se había instalado el cultivo de albahaca. Al realizar los estudios de análisis estadísticos de la conductividad eléctrica no se encontró diferencia significativa en los estratos (0-15, 15-30, 30-60), pero al ser evaluadas estas por el factor independiente se mostró que en los estratos medios e inferiores (15-30 y 30-60) comparándolos con el primer estrato si se

encuentra una diferencia significativa ya que el estrato de (0-15) el tratamiento T1 control (sin ninguna aplicación de estiércol solarizado) con un valor más alto de  $4.94 \text{ mmhos cm}^{-1}$  de CE y el tratamiento más bajo es el T3 con 80 toneladas de estiércol solarizado con un valor de  $3.42 \text{ mmhos cm}^{-1}$ , el estrato de (15-30) fue el que salió más uniforme, porque el tratamiento más alto fue el T4 con 120 t de estiércol solarizado con una cantidad de  $3.75 \text{ mmhos cm}^{-1}$  y el más bajo es el T2 40 t de estiércol solarizado con un valor de  $3.08 \text{ mmhos cm}^{-1}$  y el estrato de (30-60) fue el de menos valor ya que el más alto fue el T1 control (sin ninguna aplicación de estiércol solarizado) con  $3.41 \text{ mmhos cm}^{-1}$  y el más bajo con  $2.73 \text{ mmhos cm}^{-1}$  esto ya fue al finalizar el segundo año de siembra.

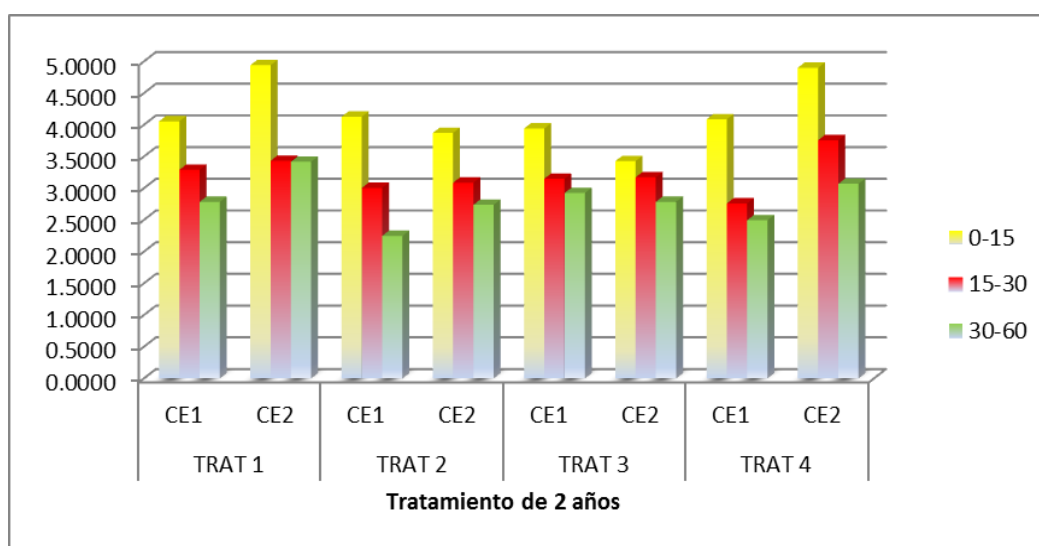


Figura 4. Conductividad Eléctrica (CE) en producción de albahaca con tres dosis de estiércol solarizado y un sistema de riego por cintilla. Y está formado de un control, E40, E80, E120= 40, 80, 120 t ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado.

#### Materia Orgánica (Mo)

En los estudios obtenidos de los análisis estadísticos de MO se mostró que si hubo diferencia significativa en el estrato de (0-15) el tratamiento que salió mejor fue el T2 40 t ha<sup>-1</sup> con un valor de 3.8 de MO superando al T1 control por 1.2 que es el más bajo en los otros estratos (15-30, 30-60), no hubo diferencias significativas ya que no hubo mucha diferencia entre ellas ya que en el estrato de (15-30) en el análisis estadístico el más alto fue el T3 con 80 t ha<sup>-1</sup>, con un valor de 3.3 y el más bajo fue el T1 control superándolo con 0.5, en el estrato de (30-60), análisis estadístico el mejor fue T2 40 t ha<sup>-1</sup> con un valor de 2.9 superando al más bajo que fue el T1 control por un 23.2 %. En los estudios obtenidos de los análisis estadísticos de Materia Orgánica, se mostró que no hubo diferencia significativa en el estrato de (0-15) el tratamiento que salió mejor fue el T4 120 t ha<sup>-1</sup> estiércol solarizado con un valor de 2.08 de MO superando

al T3 80 t ha<sup>-1</sup> estiércol solarizado que tiene un valor de 1.2 de MO, siguiéndolo el tratamiento T1 control con .86 de MO y por último T2 40 t ha<sup>-1</sup> estiércol solarizado con un valor de 0.84 de MO, el estrato que sigue es de (15-30) se observó que no hubo diferencia significativa donde el mejor tratamiento fue el T3 80 t ha<sup>-1</sup> estiércol solarizado con un valor de 1.48 MO superando al T4 120 t ha<sup>-1</sup> estiércol solarizado con un valor de 1.34 MO que en el primer estrato fue el mejor, siguiéndolo el T2 40 t ha<sup>-1</sup> estiércol solarizado con 1.20 de MO, y por último el T1 control sin ningún contenido de estiércol con .89 de MO, en el estrato de (30-60) si se presentó diferencia significativa siendo el mejor el T4 120 t ha<sup>-1</sup> estiércol solarizado con 1.32 de MO ,después está el T1 control sin ningún contenido de estiércol con 0.63 de MO, siguiéndolo el T3 80 t ha<sup>-1</sup> estiércol solarizado con .56 MO y el ultimo es el T2 40 t ha<sup>-1</sup> estiércol solarizado con 0.34 de MO casi siendo el más bajo en los estratos de lo que respecta a la materia orgánica.

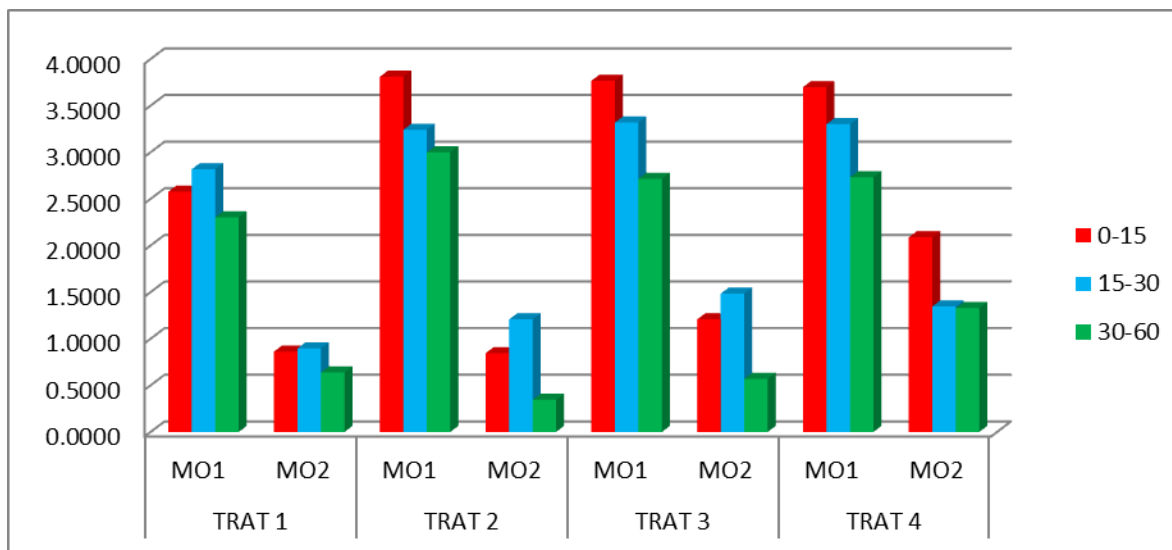


Figura 5. Materia Orgánica (MO) en producción de albahaca con tres dosis de estiércol solarizado y un sistema de riego por cintilla. Y está formado de un control, E40, E80, E120= 40, 80, 120 t ha<sup>-1</sup> de estiércol solarizado.

### CONCLUSIONES

El comportamiento del rendimiento del cultivo en verde se muestra una significancia estadística ya que el mejor rendimiento se presentó en el segundo año pero el que sobre salió fue el T4 con el mayor contenido de estiércol. El segundo año comparado con el primero fue mayor un 30% Considerando el rendimiento en seco como se muestra en la gráfica correspondiente. El mejor rendimiento que hubo fue el segundo año superando el primero asta por el 25%. En cuanto al momento del muestreo en el pH, considerando las tres profundidades como se

muestra en la gráfica anduvo más alto en el primer año considerando que tuvo más contenido de estiércol en los distintos lo que respecta a la “CE” no se mostró diferencia significativa de un año a otro lo único que se observó fue una pequeña incrementación del primer año al segundo año, por último lo que es la materia orgánica “MO” se muestra una diferencia porque el primer año se le aplicó las cantidades de estiércol ya mencionadas, mientras que el segundo año no se le aplicó ninguna cantidad de estiércol, estableciendo el cultivo el segundo año teniendo una buena producción del cultivo de albahaca, pero lo que respecta a la “MO” ya el segundo año queda muy pobre el suelo como lo muestra la gráfica de la Figura 5.

### BIBLIOGRAFIA

- Fortis H. M., J. A. Leos R., I. Orona C., J. L. García H., Salazar S. E., P. Preciado. R., J. A. Orozco V. y M. A. Segura C. 2009. Uso de estiércol bovino en la Comarca Lagunera. En “Agricultura Orgánica, Segunda edición”. Capitulo V. Orona C. I., Fortis H. M., Salazar S. E., Trejo E., H. I., Vázquez V. C., López M. J. D., Preciado R. P., Zúñiga T. R., Figueroa V. R., y Chavarría G. J. A. Eds. Gómez Palacio, Durango, México.
- PHN- PLAN HORTÍCOLA NACIONAL. 2006. Visitado el 01 de diciembre de 2011 [http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/138phn\\_cap\\_7\\_02\\_albahaca.pdf](http://www.cadenahortofruticola.org/admin/bibli/138phn_cap_7_02_albahaca.pdf)
- Ruiz E. F. H., F. A. M. Beltrán., C. Vázquez V., J. L. García H., E. Salazar S., I. Orona C., B. Murillo A., R. Zúñiga T. 2009. Producción orgánica de albahaca (*Ocimum Basilicum L.*), en las condiciones de Baja California Sur, México (estudio de caso). En “Agricultura Orgánica, Segunda edición”. Orona C. I., Fortis H. M., Salazar S. E., Trejo E., H. I., Vázquez V. C., López M. J. D., Preciado R. P., Zúñiga T. R., Figueroa V. R., y Chavarría G. J. A. Eds. Gómez Palacio, Durango, México.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural). 2004. Plan Rector Sistema Producto Orgánico Albahaca, anuario estadístico de la producción agrícola en México.
- SIAP-SAGARPA. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Visitado el 11 de septiembre de 2011. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351).
- SIAP-SAGARPA. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. Visitado el 20 de mayo de 2013. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351).

## **DINÁMICA DE CRECIMIENTO INICIAL DE HIGUERA CON ALTA DENSIDAD DE PLANTACIÓN BAJO CONDICIONES DE MACROTUNELES EN LA REGIÓN LAGUNERA DE DURANGO**

**Hilario Macías Rodríguez<sup>1</sup>, Ma. Magdalena Villa Castorena<sup>1</sup>, Arcadio Muñoz Villalobos<sup>1</sup>, Miguel Rivera González<sup>1</sup>, Miguel A. Velásquez Valle<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>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](mailto:macias.hilario@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de la higuera en México se ha desarrollado como una actividad artesanal, como una explotación familiar de traspatio para autoconsumo y con una mínima comercialización de los excedentes de producción. Con esta dinámica de producción se le localiza en México principalmente en los estados de Morelos, Hidalgo, Veracruz, Baja California sur, Distrito Federal, Puebla, Durango, San Luis Potosí y Sonora y en conjunto no superan las 840 ha, se estiman rendimientos promedio de 7 a 12 toneladas de higo fresco por hectárea. Los precios de higo fresco en los mercados rurales oscilan entre 5 y 10 pesos por kilogramo, sin embargo, en Sonora y Baja California Sur, por la calidad del producto, dicho precio oscila entre 20 y 40 pesos. En la actualidad, existe un gran interés por parte de los productores rurales en tecnificar este cultivo, dado que su demanda como producto de exportación es alta, tanto en higo fresco como en pasta y sus derivados. Concretamente, los mercados norteamericano y de Canadá demandan en conjunto anualmente más de 50 mil toneladas entre higo fresco y pasta de higo y hay además otros mercados emergentes mostrando interés en la compra de los derivados de higo, tal es el caso de 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, pues no se cuenta con resultados de investigación sistematizada relativos a la multiplicación intensiva de planta, suelos, requerimientos hídricos, altas densidades de plantación, requerimientos nutricionales, control fitosanitario de plagas y enfermedades, podas y altas densidades de plantación bajo condiciones de agricultura protegida (Macías *et al.*, 2012). El cultivo de higuera ofrece gran versatilidad para su producción, desde árboles plantados a campo abierto, con manejo extensivo tradicional de 100 y 400 plantas por hectárea y producciones que no superan las 12 toneladas por hectárea, hasta plantaciones intensivas bajo cubierta, con potencial de producción de 80 a 90 toneladas por hectárea. (Mendoza, 2013). Potencialmente, este cultivo puede manejarse bajo cubierta plástica para obtener producción durante todos los meses del

año y cubrir con fruta fresca la amplia ventana del mercado nacional que dejan las principales especies de frutales como manzano, durazno, uva, tuna, fresa, naranja y mango, cuyas cosechas están concentradas en periodos cortos, lo cual favorece la importación de grandes volúmenes de productos frutícolas de otras partes del planeta (FAO, 2010). Nienow *et al.* (2006), mencionan que los estudios más importantes de la higuera en Brasil, pretenden encontrar la tecnología para extender el periodo de cosecha, aumentar la productividad y minimizar las pérdidas de fruta por efecto de las lluvias abundantes. Ellos encontraron la mejor respuesta en plantas cultivadas bajo cubierta, donde se incrementó la producción por planta, se extendió el periodo de cosecha y se obtuvieron rendimientos de 43 toneladas por hectárea por año.

En este cultivo se dispone de muy poca información experimental en lo que se refiere a manejo de altas densidades de plantación por hectárea, con podas estratégicas de producción. En México se reportan comercialmente plantaciones con un máximo de 400 plantas por hectárea a campo abierto y a nivel experimental con agricultura protegida se reportan rendimientos de 80 a 90 toneladas por hectárea con 12 mil plantas por hectárea y poda estratégica de 6 tallos por planta y 20 frutos por tallo, en contenedores de plástico rígido con capacidad de 40 litros, con plantación de 1.6 metros entre hileras y 0.5 metros entre plantas (Mendoza, 2013).

La poda de higuera, debe implementarse bajo condiciones ambientales favorables para promover crecimiento y fructificación, procesos que son limitados por una temperatura mínima de 8° C y máxima de 36° C (Souza *et al.*, 2009). En España, con producción intensiva a cielo abierto con 4 mil plantas por hectárea, reportan rendimientos de 5.84 toneladas por hectárea, con podas (Puebla *et al.*, 2003; Aksoy *et al.*, 2003). La reducción de las distancias de plantación (3 x 2) con 1650 plantas por hectárea y la fertilización nitrogenada orgánica y mineral han permitido hasta 22.5 toneladas por hectárea a cielo abierto (Wang, 2001), siendo más común encontrar plantaciones con distanciamientos de 3 a 4 metros entre plantas (Maimon, 1998) donde los mayores rendimientos y la aceleración de los frutos se logró con el pinchado de la yema terminal de los tallos con 20 hojas incluyendo la eliminación de una hoja (Mi *et al.*, 1998). El objetivo fue determinar la dinámica de crecimiento inicial de higuera sin poda y con poda.

### **MATERIALES Y METODOS.**

Este experimento se estableció en la pequeña propiedad Poanas, del municipio de Gómez Palacio, Durango y las higueras se establecieron en la primer semana de Junio del 2013 y al momento del trasplante medían 0.20 metros y la poda experimental se implementó con el



despunte, capado o poda apical en la primer semana de agosto del 2013, cuando las higueras tenían un crecimiento de 60 centímetros, con un solo tallo, sin crecimiento lateral. El tallo se dividió con pintura de spray; primer tercio, tercio medio y tercio superior.

Se estableció un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y los tratamientos evaluados fueron:

To. Testigo sin podar, midiendo el crecimiento de todos los brotes laterales del tallo.

T<sub>1</sub>. Poda apical del tallo, midiendo los crecimientos de los brotes laterales del primer tercio.

T<sub>2</sub>. Poda apical del tallo, midiendo los crecimientos de los brotes laterales del tercio medio.

T<sub>3</sub>. Poda apical del tallo, midiendo los crecimientos de los brotes laterales del tercio superior.

T<sub>4</sub>. Poda apical del tallo, midiendo los crecimientos de todos los brotes del tallo; incluyendo los del primer tercio, del tercio medio y los del tercio superior.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se observa que en la higuera sin poda apical, el número de brotes laterales del tallo es menor en comparación con los del tallo con poda apical.

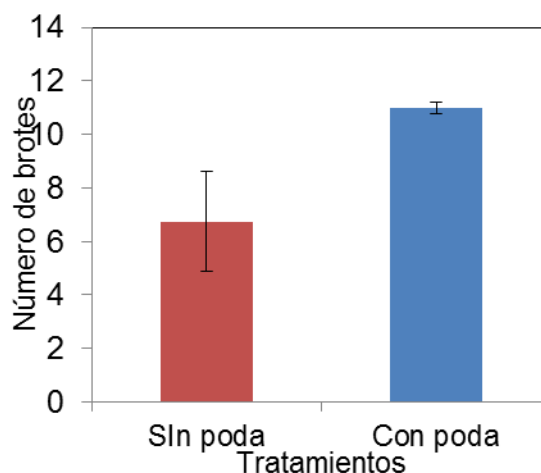


Figura 1. Cantidad de brotes promedio en cada uno de los tratamientos. Las barras verticales son  $\pm$  el error estándar.

En la Figura 2, se observa que al comparar el número de brotes en los tres tercios de la higuera recién establecida, tanto el primer tercio, el tercio medio y el tercio superior, es en éste último en el que se presentan mayor número de brotes. En la misma gráfica se muestra que la dinámica del número de brotes se incrementa conforme se avanza de la base del tallo a su ápice podado, ya que el primer tercio tiene menor número de brotes que el tercio medio del tallo y éste a su vez, tiene menor número de brotes que el tercio superior.

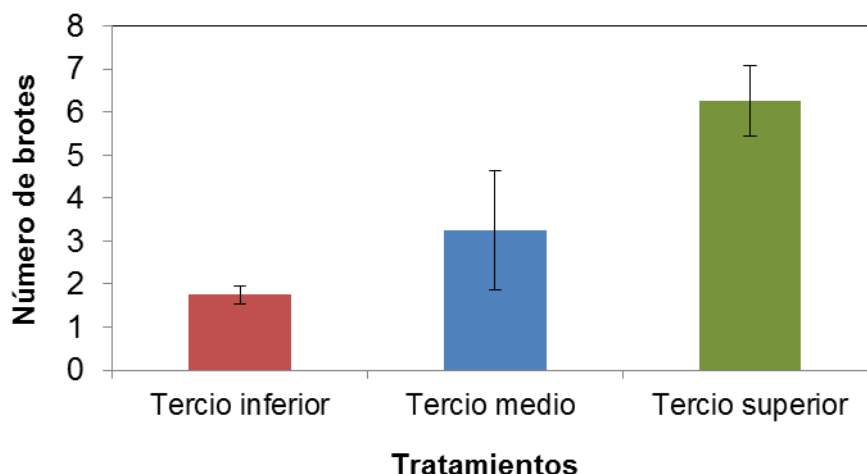


Figura 2. Cantidad de brotes promedio por planta en los tres tercios. Las barras verticales son  $\pm$  el error estándar.

Los datos de crecimiento de los brotes a través del tiempo en los tratamientos con y sin poda se ajustaron mediante regresión lineal. Las ecuaciones de ajuste se presentan en la Figura 3. Ellas indican un mayor crecimiento en el tratamiento con poda, así como una mayor velocidad de crecimiento. La longitud total de brotes a los 70 días después de la poda en el tratamiento podado fue superior en un 92% que el testigo (sin podar). Lo cual indica la ventaja de la poda en el crecimiento de una plantación recién establecida.

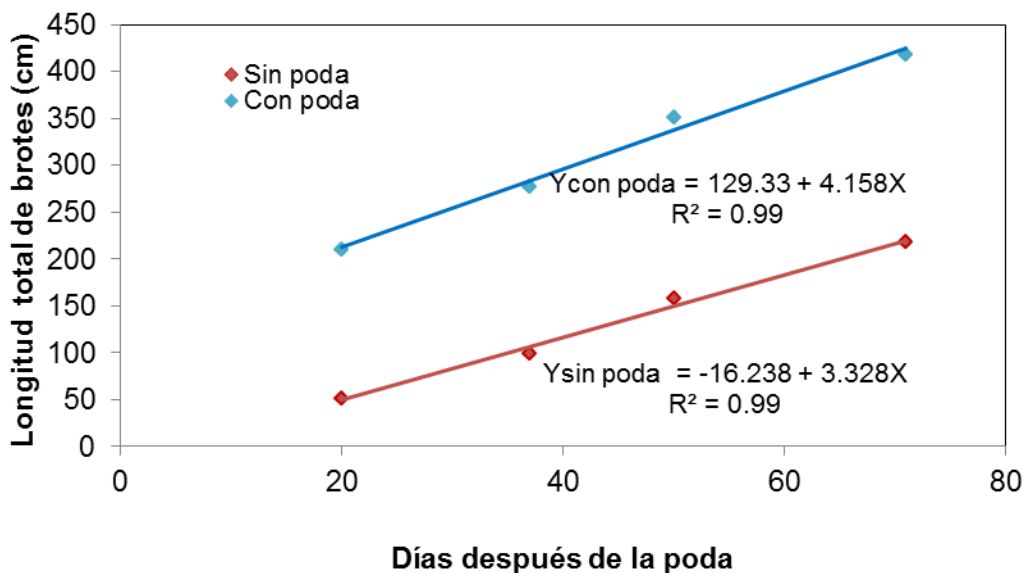


Figura 3. Crecimiento de brotes a través del tiempo en los tratamientos con y sin poda. Las ecuaciones indican el ajuste de los datos al modelo lineal.

## CONCLUSIONES

La higuera responde muy favorablemente a la poda apical del tallo en nuevas plantaciones con altas densidades bajo condiciones de macrotuneles, en las que para facilitar su cultivo y cosecha, se deben manejar con podas estratégicas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta evaluación experimental, el mejor tercio para implementar podas de formación en la higuera es el tercio superior, entre los cuarenta y sesenta centímetros de altura, espacio en el cual la higuera brotará profusamente con tallos laterales y permitirá seleccionar el número de tallos laterales productivos con que se manejará el cultivo en forma intensiva.

En este lote de evaluación, se seleccionaron de cuatro a ocho tallos productivos, considerando el vigor del tallo principal y su programa de nutrición a través de fertirriego.

## BIBLIOGRAFÍA

- AKSOY, U.; CAN, H. Z.; MISIRLI, A.; KARA, S.; SEFEROĞLU, G.; ŞAHIN, N. 2003. Fig (*Ficus carica* L.) selection study for fresh market in Western Turkey. *Acta Horticulturae* 605: 197-203.
- FAO. 2010. FAO Statistical Databases (FAOSTAT). Publishing Management Service, Information Division, Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). Via delle Terme di Caracalla, Rome, Italy. <http://faostat.fao.org>.
- Macías R. H., J. A. Muñoz V., Ma. M. Villa C., M. A. Velásquez V. y Ma. del C. Potisek T. 2012. UTILIZACIÓN DE *Trichoderma* PARA ENRAIZAMIENTO DE ESTACA DE HIGUERA DE HIGO BLANCO EN CONTENEDORES CERRADOS. *Revista AGROFAZ*. Publicación semestral de investigación científica. Vol.10 Núm. 4.(ISSN: 1665-8892). Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia Venecia, Dgo. México. pp 17-23.
- MAIMON, A. 1998. The optimal density and fig tree (*Ficus carica* L.) pruning for a breba crop in Israel. *Acta Horticulturae* 480: 133-136.
- Mendoza C. V. M. 2013. FISILOGÍA Y MANEJO DE LA HIGUERA (*Ficus carica* L.) EN PRODUCCIÓN FORZADA BAJO CUBIERTA PLÁSTICA. Tesis doctoral. COLEGIO DE POSTGRADUADOS. MONTECILLO, TEXCOCO. EDO. DE MEXICO. 99 p.
- MI, L.; YANG, K.; SHU, Z.; ZHOU, Y.; WANG, G. 1998. Study on the effect of pinching fruiting branches for 'Masui Dauphine' fig variety. *Journal of Fruit Science* 15(1): 89-90.
- NIENOW A.A.; CHAVES A.; LAJUS, C. R.; C.; CALVETE, E. O. 2006. Fig-growing under protecting environment, submitted to different pruning times and number of branches. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28(3): 421-424.
- PUEBLA, M.; TORIBIO, F.; MONTES, P. 2003. Determination of fruit bearing pruning date and cutting intensity in "San Pedro" (*Ficus carica* L) type fig cultivars. *Acta Horticulturae* 605:147-157.
- SOUZA, A. P. DE; SILVA, A. C. DA; LEONEL, S.; ESCOBEDO, J. F. 2009. Basic temperatures and thermal sum for the fig trees pruned in different months. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31(2): 314-322.
- WANG, J. 2001. The high and quality production techniques for fig trees. *China Fruits* 2: 54.

## EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO Y NIVELES DE NUTRIENTES AL FOLLAJE DEL ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) BAJO FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN MALLA SOMBRA.

**José Luis Puente Manríquez<sup>1‡□</sup>, Reina Toledo Estrada<sup>2</sup>, Ely Ponce Hernández<sup>2</sup>,  
Alejandro Moreno Reséndez<sup>1□</sup>, José Simón Carrillo Amaya<sup>1</sup>, Hector Javier Martínez  
Agüero<sup>1</sup>, Juan de Dios Ruiz de la Rosa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. <sup>□</sup>Integrantes del Cuerpo Académico de Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) de la UAAAN. Clave: UAAAN-CA-14, <sup>2</sup>Estudiante del Programa Docente de Ingeniero en Agroecología

<sup>‡</sup>Autor por Correspondencia: [jose.puente@uaaan.mx](mailto:jose.puente@uaaan.mx) y puente2154@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

La producción orgánica de plantas aromáticas y medicinales en México es incipiente, aun siendo incluidas en la categoría de productos orgánicos de exportación, destacan la albahaca, manzanilla, menta, orégano, romero, sábila, entre otras (Tongino, 2011). Tradicionalmente la oferta principal de las plantas aromáticas y medicinales ha sido de recolección; sin embargo, la demanda de estas plantas ha aumentado; por lo que es de interés desarrollarlos en otros sistemas de producción tal como la agricultura protegida (Ocampo *et al.*, 2009).

El orégano (*Origanum vulgare* L.) pertenece a la familia Labiatae (Aldudo, 2002), es una planta herbácea perenne de 30 a 60 cm de altura (Novak *et al.*, 2008) y originaria de Europa Central, meridional y Asia Central; la parte útil son las hojas y los tallos erectos (Muñoz, 2002) de donde se extraen los aceites esenciales. Estos aceites pueden ser usados en la industria farmacéutica por sus propiedades medicinales y tienen gran demanda en la preparación de alimentos por sus aplicaciones culinarias y uso en licores. (Otarola, 2009).

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ha iniciado una investigación en especies medicinales y aromáticas y el presente estudio fue con el propósito de evaluar el rendimiento (producción de biomasa) del orégano en función de la fertilización. Así como el determinar los niveles de nutrientes al follaje en función de la fertilización.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013 en el sombreadero del departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) Unidad Laguna Torreón, Coahuila, México, ubicado en los meridianos 25° 33' 23" N y 103° 21' 59" W. Los cinco tratamientos de fertilización orgánica a evaluar fueron T1 = 50%

Arena + 50% Composta natural, T2 = 50% Arena + 50% Composta con el 10 % Componente mineral, T3 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus, T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos con tres repeticiones, seis plantas por tratamiento dando como resultado un total de 90 unidades experimentales. Los datos resultantes fueron sometidos a análisis de varianza con el programa estadístico SAS versión 2004. Las pruebas de comparación múltiple de medias (DMS  $P \leq 0.5$ ).

El trasplante se llevó a cabo el 14 de agosto de 2013, se trasplantó la plántula de orégano en bolsa de 22x 22 cm, cuando las plántulas presentaron de 4 a 5 hojas bien desarrolladas, bajo un riego por goteo y Las variables evaluadas fueron longitud del tallo cm, longitud de la raíz (cm), peso fresco del follaje (gr), peso fresco de la raíz (gr), peso seco del follaje (gr) peso seco de la raíz (gr), para conocer el comportamiento de los sustratos orgánicos sobre el desarrollo del cultivo. Se determinó los nutrientes del follaje seco del orégano por tratamiento en el laboratorio de suelos de la UAAAN.

La cosecha se inició a los 60, 90 y 120 días del trasplante, es decir el 12 de octubre se realizó el primer muestreo, 12 de noviembre el segundo muestreo y el 12 de diciembre el tercer muestreo siendo el último. Se determinó la materia seca y se analizó el contenido de nutrientes en el follaje en el laboratorio de suelos de la UAAAN-UL.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a las variables estudiadas en el muestro a los 120 días (Cuadro 1), se pudo observar que en la longitud del tallo del orégano se comportó con diferencias significativas alcanzando la altura más alta en el tratamiento T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus, esto mismo se refleja en el resto de las variables longitud de la raíz, peso fresco del follaje, peso fresco raíz, peso seco follaje y peso seco raíz, en el que el T4 fue estadísticamente superior al resto.

Cuadro 1. Comparación de medias de variables de rendimiento del cultivo de Orégano (*Origanum Vulgare* L.) a los 120 días después del trasplante. UAAAN-UL, 2012.

Tratamiento	Longitud Tallo (cm)	Longitud Raíz (cm)	Peso Fresco Follaje (g)	Peso Fresco Raíz (g)	Peso Seco Follaje (g)	Peso Seco Raíz (g)
1	17.16 ab	8.33 b	3.80 b	1.37 b	0.60 b	0.97 b
2	17.67 ab	7.17 b	2.70 b	0.97 b	0.40 b	0.37 b
3	10.67 b	6.50 b	4.33 b	2.53 b	0.80 b	1.03 b
4	22.50 a	14.17 a	6.23 a	5.73 a	1.97 a	3.53 a

T1 = 50% Arena + 50% Composta natural  
 T2 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Componente mineral  
 T3 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus  
 T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus

Los cuatro tratamientos evaluados se comportaron muy similares en cuanto a la absorción de nutrientes mayores y menores siendo el mas alto en el total de nutrientes el T3 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus, sin embargo en el análisis a los 120 días hay una mayor absorción de Nitrógeno, Fosforo, Magnesio en el tratamiento 4, tal como se puede observar en los cuadros 2,3,y 4.

Cuadro 2. Resultado del primer muestreo del análisis de niveles de nutrientes a follaje del Orégano (*Origanum vulgare* L.) a los 60 días. Laboratorio-UAAA-UL, 2013

Tratamientos	Ca %	Mg %	Na %	K %	Cu %	Fe %	Zn %	Mn %	N %	P %	Suma
1	1.19	0.28	0.24	0.061	0.0026	0.11	0.0065	0.019	1.46	0.31	3.6791
2	1.29	0.25	0.15	0.11	0.0029	0.017	0.0055	0.017	1.93	0.26	4.0324
3	1.86	0.35	0.28	0.083	0.0019	0.072	0.0073	0.023	0.40	0.26	3.3372
4	1.34	0.32	0.18	0.091	0.0027	0.074	0.0073	0.016	0.48	0.60	3.111

Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), Cobre (Cu), Fierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Nitrógeno (N) y Fosforo (P).

Cuadro 3. Resultado del primer muestreo del análisis de niveles de nutrientes a follaje del Orégano (*Origanum vulgare* L.) a los 90 días. Laboratorio-UAAA-UL, 2013.

Tratamientos	Ca %	Mg %	Na %	K %	Cu %	Fe %	Zn %	Mn %	N %	P %	Suma
1	1.46	0.27	0.08	0.030	0.0021	0.078	0.0060	0.029	2.07	0.36	4.3851
2	3.80	0.53	0.23	0.048	0.0016	0.10	0.0075	0.032	2.07	0.29	7.1091
3	2.08	0.42	0.19	0.48	0.0016	0.034	0.0080	0.034	2.36	0.30	5.9076
4	2.0	0.41	0.43	0.036	0.0034	0.016	0.0073	0.016	2.31	0.37	5.5987

Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), Cobre (Cu), Fierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Nitrógeno (N) y Fosforo (P).

Cuadro 3. Resultado del primer muestreo del análisis de niveles de nutrientes a follaje del Orégano (*Origanum vulgare* L.) a los 120 días. Laboratorio-UAAA-UL, 2013

Tratamientos	Ca %	Mg %	Na %	Cu %	Fe %	Zn %	Mn %	N %	P %	Sum a
1	1.27	0.26	0.21	0.0211	0.26	0.0157	0.068	1.59	0.26	3.9548
2	1.07	0.25	0.40	0.0088	0.11	0.0104	0.032	1.61	0.26	3.7512
3	1.54	0.24	0.33	0.0102	0.117	0.0084	0.030	1.86	0.24	4.3756
4	1.46	0.44	0.11	0.0085	0.11	0.0072	0.026	2.44	0.27	4.8717

Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Nitrógeno (N) y Fósforo (P).

### CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento podemos concluir que los cuatro tratamientos de fertilización orgánica fueron muy similares en el comportamiento de las variables estudiadas sin embargo los tratamientos T3 = 50% Arena + 50% Composta con el 10% Comp. Mineral + 20% Humus y T4 = 50% Arena + 50% Composta con el 20% Comp. Mineral + 20% Humus presentaron ligeros valores al resto. Esta investigación presenta este escenario de sistema de producción de casa sombra y la obtención de una especie medicinal bajo condición orgánica libre de contaminantes.

### BIBLIOGRAFÍA

- ALDUDO, P. 2002. Estudio e influencia de la fertilización y época de siega, en la mejora del cultivo, de plantas selectas, de "Origanum vulgare L.". Universidad Complutense de Madrid.
- MUÑOZ, L. 2002. Plantas medicinales españolas: origanum vulgare L. (Lamiaceae) (orégano). Acta botánica malacitana
- NOVAK, J., LUKAS, B., BOLZER, K., GRAUSGRUBER-GROGER, S. & DEGENHARDT, J. 2008. Diferentes cualidades sensoriales mejoran y el orégano. Mol Ecol Resour, 8, 599-601.
- OCAMPO, R., MALDA, G. & SUÁREZ, G. 2009. Una población silvestre sin aprovechamiento. Agrociencia.
- OTAROLA, L. 2009. Monografía 061. FICHA TÉCNICA ORÉGANO, Origanum vulgare L. Red Peruana de Alimentación y Nutrición.
- TONGUINO, M. 2011. "Determinación de las condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas; menta (Mentha piperita) y orégano (Origanum vulgare)". Universidad técnica del norte-escuela de ingeniería agroindustrial.

---

---

## COMPARACION DE RENDIMIENTO DE OCHO HIBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mayz* L.) DE ALTO POTENCIAL FORRAJERO COMPARADOS CON UN TESTIGO REGIONAL.

\*<sup>1</sup>Martínez A. Héctor Javier, Carrillo A. J.S.,<sup>1</sup>Puente M. José Luis,  
<sup>1</sup>Ruiz de la R. Juan de Dios, <sup>2</sup>López G. Francisco

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro Unidad Laguna <sup>2</sup>Tesista

### INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera está situada en las zonas áridas y semiáridas de la parte Centro-Norte de la República Mexicana y es considerada una de las cuencas lecheras más importantes en el ámbito nacional y que tiene como una actividad principal la producción de forraje. En este sentido la investigación se enfoca en la búsqueda de variedades e híbridos con características agronómicas, nutrimentales y potencial de rendimiento tanto de grano como forraje. En México el mejoramiento genético del maíz ha sido importante en la agricultura nacional, y se ha enfocado más a incrementar el rendimiento por unidad de superficie y en la calidad de forraje. El creciente aumento en la producción de maíz forrajero en las cuencas lecheras del país, plantea la necesidad de definir estrategias que identifiquen materiales con buenas características para forraje, sin embargo a la fecha, ninguno de los híbridos de maíz usados para forraje en México ha sido desarrollado en programas de mejoramiento genético para mayor producción y calidad forrajera, sino que fueron seleccionados para rendimiento de grano (Peña *et al.*, 2004). Entre los criterios de selección para el mejoramiento del maíz para ensilaje están la digestibilidad, el rendimiento de la materia seca y el porcentaje de elote (Peña *et al.*, 2003 y Peña *et al.*, 2004). Pero por lo general, los híbridos forrajeros, son seleccionados arbitrariamente por su capacidad productora de materia seca y poco interés se ha puesto a su calidad nutritiva. El objetivo del presente trabajo fue el de cuantificar la capacidad de producción de forraje fresco, materia seca total, calidad nutricional y adaptación de nuevos híbridos de maíz forrajero a las condiciones agroclimáticas de la Comarca Lagunera.

El maíz es una planta anual con gran desarrollo vegetativo, que se puede describir como un sistema metabólico cuyo producto final es fundamentalmente el almidón, depositado en órganos especializados llamados granos (Reyes, 1990).

De la Cruz (2007) menciona que el contenido de grano en el maíz forrajero es de gran importancia siendo esta una de las alternativas con que se cuenta para solucionar la escasez de forraje también algunas de las ventajas de la utilización de este forraje es: alto potencial de rendimiento de forraje.



Núñez *et al.*, (2003) señalan que el maíz para forraje debe tener una alta productividad, bajo contenido de proteínas y minerales, así como un elevado valor energético. Con algunas excepciones la producción de mazorcas correlacionan de manera alta y significativa con la digestibilidad de la planta, esto significa que la selección de los materiales con alta producción de mazorca podría favorecer una mayor claridad de forraje (Peña *et al.*, 2002)

Ramírez (1997) menciona que la utilización de forraje en maíz, tiene dos variantes: la primera es el ensilado en verde, la cual se ha venido utilizando con mayor frecuencia debido a la comercialización de híbridos y variedades de maíz en la zona. En cuanto a la segunda variante, este se utiliza como forraje molido, en donde se muele toda la planta una vez que adquiere toda su madurez fisiológica.

El nivel nutricional del maíz usado como forraje tiene una función proteica y su potencial de digestibilidad es tal que varía con el contenido de grano y composición de elote (Coors *et al.*, 1994).

El maíz para forraje tiene alta productividad, contenidos bajos de proteínas y minerales y valor energético. Varios autores han indicado diferencias entre híbridos de maíz en los contenidos de proteína, fibra y digestibilidad, en la materia seca (Núñez *et al.*, 2006).

#### Calidad forrajera

Desde el punto de vista en nutrición se refiere a la relación que existe entre el valor nutritivo de un ingrediente y la capacidad de los animales para convertirlos en productos como; carne y grasa estando en función el grado de digestibilidad del mismo; la calidad de forraje se determina por la capacidad de proveer los requerimientos nutricionales a los animales incluyendo su aceptabilidad, composición química y digestibilidad del mismo. Entre los parámetros considerados para la calidad del forraje está la materia seca (MS), el contenido de minerales, la concentración de proteínas tanto cruda como bruta, extracto etéreo (contenido de grasa) el grado de concentración (Cantú, 2003).

Herrera (1999) asume que el término calidad se refiere no sólo a la concentración de nutrientes como proteína cruda, energía y fibra, en un forraje ó bien a la proporción de granos en la planta, sin embargo el verdadero valor nutritivo del forraje de calidad con su digestibilidad y el efecto que provoca en el animal que lo consume se mide en producción de leche, crecimiento o ganancia de peso.

### **Contenido de fibras**

Van Soest (1996) define a la fibra como el material estructural en las plantas resistentes a la acción de las enzimas digestivas de los animales que son digeridas por los organismos del rumen animal.

### **Fibra Detergente Neutra (FDN)**

El contenido de fibras de la planta total y en especial la fibra de detergente neutra (FDN) de la planta sin elote ha sido considerado igual de importante que el contenido de grano en la calidad de forraje (Peña *et al.*, 2003).

Núñez (2003) menciona que los híbridos con la misma concentración de fibra neutra detergente pueden tener valores de energía neta de lactancia diferente es debido a que la digestibilidad de FDN no es la misma. Existe variabilidad en el contenido de FDN en hojas y tallos con valores de 57.9 a 65 % y de 30 a 60 % del total (Wolf *et al.*, 1993).

### **Fibra Detergente Ácida (FDA)**

Cantú (2003) menciona que la fibra detergente ácido (FDA) es la fracción de la pared celular del forraje más comúnmente aislada y reportada. Esto puede ser la determinación más importante del análisis del forraje. La FDA es la porción que queda después de un tratamiento con un detergente bajo condiciones ácidas e incluye la lignina, celulosa y sílice. Además es importante por lo que ha demostrado estar en correlación negativa con la digestibilidad del forraje administrado, nitrógeno y sílice que están unidos a la fibra.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Ubicación geográfica del experimento:

El trabajo se efectuó en dos etapas, la primera etapa, considero la evaluación agronómica de los materiales, la cual se realizó en el Campo Experimental de la U.A.A.N. U.L. localizado en carretera a santa fe y periférico Raúl López Sánchez durante el ciclo primavera-verano del 2013. La segunda etapa consistió en el análisis de la calidad forrajera de los materiales en el estudio, el cual se llevó a cabo en el laboratorio de análisis de calidad de la UAAAN – UL.

### Material genético

Se utilizaron ocho híbridos comerciales de maíz y un Testigo regional los cuales son:

HIBRIDOS DE MAIZ	COMPAÑÍA SEMILLERA
ARRAYAN	ABT (Agrobiotech)
ABT – 1226	ABT (Agrobiotech)
HT -9019	ABT (Agrobiotech)
HT -9150 W	ABT (Agrobiotech)
HT - 9170 Y	ABT (Agrobiotech)
HT - 9290 W	ABT (Agrobiotech)
TORREON II	SEMILLAS PORTER
JPX – 75	SEMILLAS PORTER
SAN LORENZO	FAZ – UJED

### Diseño Experimental y Parcela experimental

La parcela experimental quedo establecida con cuatro surcos de cada uno de los híbridos y con siete metros de largo además de tener una distancia entre plantas de 0.14 m y 0.75 m entre surco y surco y tres repeticiones.

### Preparación del terreno

Se realizó un barbecho a 30 cm para romper la capa arable y así exponer las plagas para que se eliminen con el efecto de las condiciones del clima, un rastreo para eliminar el exceso de terrones.

### Fecha de siembra

La siembra se realizó el día 31 de mayo de 2013 a .75 metros entre surcos y siete metros de largo. La distancia entre plantas fue de 14 cm, para una densidad de siembra de aproximadamente una población de nueve semillas por metro lineal equivalente a 110,000 plantas por ha.

### Riegos

Se aplicó un riego de pre-siembra y tres auxilios los cuales se realizaron el primero a los 30 días después de la siembra y los otros dos auxilios con intervalos de 20 y 15 días cada uno respectivamente.

#### Fertilización

Al inicio de la siembra únicamente se aplicó una dosis de 150 kg ha<sup>-1</sup> de Urea más 100 kg ha<sup>-1</sup> de Superfosfato triple de calcio ya que había buena disponibilidad de elementos nutritivos en el suelo (nitrógeno, fósforo y potasio) por haber establecido alfalfa anteriormente.

#### Control de malezas

El control de maleza se realizó previo a los riegos efectuados, esta labor se realizó manualmente.

#### Control de plagas

Para el control de gusano cogollero se aplicó Alfa-Cipermetrina con una dosis de 0.5 l ha<sup>-1</sup> y un litro de Clorpirifos Etil. Para el control de araña roja se aplicó Artig (abamectina) con una dosis de 0.75 l ha<sup>-1</sup>.

#### Cosecha

Se realizó en forma oportuna, en base al estado de madurez de cada híbrido y así obtener la máxima respuesta en producción y calidad nutricional.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Floración Masculina y Femenina

Shaw y Tom (1951) indican que la duración de la madurez del maíz se divide en etapa vegetativa y el desarrollo de mazorca. La etapa vegetativa puede descomponerse en tres periodos: 1. Siembra-emergencia, 2. Emergencia-espigamiento, 3. Espigamiento-floración femenina. Encontraron que de emergencia a espigamiento, es una fase para determinar el momento de la madurez, este periodo se hace más corto con temperaturas altas y humedad adecuada. El intervalo de la floración femenina a madurez es muy constante. Por lo que la madurez podría predecirse al añadir 50 días a la fecha promedio de la floración femenina, obteniéndose así la fecha aproximada de madurez fisiológica. Los resultados para la floración masculina, indican que para el 50% de floración, el promedio general fue 75 días y una variación de 69 y 79 días, donde resultaron como los híbridos con mayor precocidad HT-9019 con 65 días y el más tardío, el híbrido ABT-1226, con 79 días. La respuesta en cuanto a floración femenina, indica un promedio de 78 días, con un rango de variación 76 a 81 días, lo cual indica cierta diferencia entre híbridos, sin embargo sobresalen por su ligera precocidad los

híbridos HT-9019, HT-9150 y SAN LORENZO, con 71, 76 y 77 días, en tanto que el tardío, fue ABT-1226 y TORREON II con 81 días de floración.

#### Porcentaje de materia seca

En cuanto al porcentaje de materia seca en los 9 híbridos evaluados, se menciona que el promedio general fue 34 por ciento, y una variación de 31.00 y 37.67 por ciento, donde el genotipo con mayor rendimiento fue JPX-75 amarillo con un porcentaje de 37.67%, el cual resultó estadísticamente igual a ocho de los genotipos evaluados; por el contrario el genotipo de menor respuesta fue TORREÓN II con un porcentaje de 31.00 por ciento de materia seca.

#### Rendimiento de forraje fresco por hectárea

En el cuadro 6. Esta variable mostró un promedio de 70.587 kg ha<sup>-1</sup>, con un rango de variación de 55.289 a 85.466 kg ha<sup>-1</sup>, donde el genotipo con mayor rendimiento fue HT-9150 W, con 85.466 kg ha<sup>-1</sup>, el cual resultó estadísticamente igual a cuatro de los genotipos evaluados; Por el contrario el híbrido de menor respuesta fue ABT-1226 el cual obtuvo un rendimiento de 55.289 kg ha<sup>-1</sup>.

#### Rendimiento de mazorca fresca por hectárea

Para esta variable se tuvo un promedio general de 6.867 kg ha<sup>-1</sup>, mostrando un rango de variación no esperada por que resultaron estadísticamente iguales los 11 híbridos e incluyendo también el testigo; los 9 genotipos evaluados mostraron su diferencia de 5.631 a 9.937 kilogramos, sobresaliendo los genotipos TORREON II y HT-9290 W, comparados con el híbrido ARRAYAN Blanco el cual tuvo menor rendimiento de mazorca fresca.

#### Rendimiento de materia seca por hectárea

Se mostró promedio general de 24.419 kg ha<sup>-1</sup>, con una variación de 19,727 kg ha<sup>-1</sup> a 29.851 kg ha<sup>-1</sup>, donde se menciona que el híbrido JPX-75 obtuvo mayor significancia con 29.851 kg ha<sup>-1</sup>, este genotipo resultó diferente a los nueve híbridos evaluados; El genotipo de menor respuesta fue ABT-1226 Blanco con un rendimiento de 19,727 kg ha<sup>-1</sup>;

Cuadro 1. Resultado de las evaluaciones de campo realizadas en el campo experimental de la U.A.A.N. U.L. Ciclo agrícola P.V. 2013-2013.

HIBRIDO DE MAIZ	COMPAÑÍA SEMILLERA	DENSIDAD DE POBLACION plantas ha <sup>-1</sup>	RNDTO de F.F. t ha <sup>-1</sup>	RNDTO de M.S. t ha <sup>-1</sup>	% DE FORRAJE FRESCO	% DE MATERIA SECA	FLORACION 50 % ANTESIS
							M F
ARRAYAN	ABT	128.000	74.622	24.954	66.56	33.44	75 78
ABT – 1226	ABT	102.000	55.289	19.727	64.32	35.68	79 81
HT – 9019	ABT	102.000	62.222	20.384	67.24	32.76	69 71
HT - 9150 W	ABT	137.000	85.466	27.640	67.66	32.34	72 76
HT - 9170 Y	ABT	124.000	78.356	29.203	62.73	37.27	75 78
HT - 9290 W	ABT	84.000	68.533	23.658	65.48	34.52	77 81
TORREÓN II	SEMILLAS PORTER	97.000	68.044	21.094	69.00	31.00	77 81
JPX – 75	SEMILLAS PORTER	124.000	79.244	29.851	62.33	37.67	75 79
SAN LORENZO	FAZ-UJED	120.000	63.511	23.264	63.37	36.63	74 77

### CONCLUSIONES

De los híbridos evaluados se detectaron diferencias significativas en componente de rendimiento y de calidad forrajera.

En floración los híbridos con mayor precocidad fueron HT-9019 y SAN LORENZO difiriendo en el inicio a floración masculina y para la floración femenina no hubo mucha diferencia por que la mayor parte de los híbridos fueron entre los 71 y 81 días donde se mencionan a los híbridos JPX-75, HT-9290 W, TORREON II.

En cuanto a materia seca el híbrido JPX-75 amarillo fue el que tuvo mayor porcentaje de materia seca con 37.67 %.

En rendimiento de forraje fresco fue el Híbrido HT-9150 W que sobresalió, pero resulto también estadísticamente igual a dos de los nueve genotipos evaluados.

De acuerdo a los resultados para el peso verde total de la planta el genotipo con el valor más alto para esta variable fue el HT-9150 W con 85.466 kg ha<sup>-1</sup>.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- De la Cruz L., E., S.A Rodríguez H., A. Palomo G., A. López B., V. Robledo T., A. Gómez V. y R. Osorio O. 2007. Aptitud de proteína para características Forrajeras. *Universidad y Ciencia* 23 (1): 57-68.
- González A. (1995) Ensilaje de Grano de Sorgo. *Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutrición y Manejo. La importancia de los forrajes en la optimización económica. Envases especializados de L.A. L.A Gómez Palacio, Dgo.*
- Núñez H G, E F Contreras G, R Faz C. (2003) Características agronómicas y químicas importantes en híbrido de maíz para forraje con alto valor energético. *Tec. Pecu. Méx.* Pp. 47-48.
- Núñez H., G, A. Peña R., F. González C. Y R. Faz C. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje. 45-96. In: Inifap (ed.). *Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Libro científico Núm. 3 Centro de Investigación Regional Norte Centro, Matamoros Coahuila., México.*
- Peña R A, G Núñez H, F González C (2002) Potencial forrajero de poblaciones de maíz y relación entre atributos agronómicos con la calidad. *Tec. Méx.* Pp. 215-228.
- Peña, R. A., F. González C. G. Núñez H., G. Jiménez C. 2004. Aptitud Combinatoria de líneas de maíz para alta producción y calidad forrajera. *Rev. Fitotec. Méx.* Pp 1-6.
- Poehlman M. y S. Allen; "Mejoramiento Genético de las cosechas", Editorial Limusa, 480ppm, 2003.

# PRODUCCIÓN ANIMAL

---



---

---

## IMPORTANCIA DE LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA PARA EL SISTEMA VACA-BECERRO EN LAS REGIONES SEMIÁRIDAS DE COAHUILA Y DURANGO.

Avila Cisneros Rafael, Rocha Valdez Juan Leonardo<sup>1</sup> y De La Cruz Arreola Benito<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Profesores e Investigadores del Departamento de Ciencias Básicas de la UAAAN - UL. Carretera a Santa Fe y Periférico S/N, Col. Valle Verde Torreón Coahuila México. raavci2003@yahoo.com.mx <sup>2</sup> Médico Veterinario Zootecnista Egresado de la División regional de Ciencia Animal de la UAAANUL.

### INTRODUCCIÓN.

La historia de la ganadería en México comienza con la introducción por parte de los españoles del ganado bovino alrededor del año 1524. Las condiciones naturales favorables que ofrecía el territorio hicieron que estos animales se multiplicaran extraordinariamente en los campos de la Nueva España volviéndose poco a poco en los animales más útiles del continente. Desde ese momento y hasta finales del siglo XIX, este ganado de origen español prevaleció como única raza existente, reconocido como “criollo”. Posteriormente, en 1896 se realizaron las primeras importaciones de ganado especializado en la producción de carne, principalmente Hereford y Pardo Suizo para la región norte del país. Asimismo, en 1923 se efectuó la primera importación de ganado cebuino, en 1925 arribo a México el ganado Angus y, en 1929-1930 fueron importados los primeros Charoláis. Con este antecedente histórico continuamos en hacer una delimitación geográfica relacionada con nuestro estudio; en particular nos ubicaremos en Durango y parte de Coahuila para resaltar la importancia que tienen estos estados en el mercado de exportación de ganado bovino.

En la página electrónica mexicoxport.com (2012) se presenta el dato más actualizado de los estados que más exportan ganado bovino a los Estados Unidos; exportación que sin duda genera divisas para los estados involucrados y para México en general; el documento menciona que “al 31 de julio de 2012 el principal exportador es Sonora con 347,045 cabezas de ganado bovino; le siguen Chihuahua con 294,552, Durango con 220,987, Tamaulipas 206,509; y un poco más abajo Coahuila que comercializo 85,546 becerros y vaquillas”. El mismo documento resalta la importancia del estado de Durango como el tercero en exportación de ganado bovino; y además destaca que los ganaderos mexicanos cuentan con la oportunidad de comercializar en el extranjero sus becerros con más posibilidades de éxito si se hace equipo con autoridades sanitarias de los gobiernos de los estados y del propio gobierno federal; aquí es importante resaltar el trabajo que realiza el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) y el Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado

(SINIIGA) que año con año cuentan con un presupuesto aceptable para apoyar a las entidades federativas para que cuenten con ganado sano que pueda ser comercializado en el exterior. Con éste antecedente histórico retrospectivo de la importancia que tiene el ganado bovino para las zonas rurales de Coahuila y Durango; y en particular de sus regiones con agostaderos; presentamos un trabajo de investigación que busca resaltar la importancia de la suplementación alimenticia de los hatos ganaderos, ¿Para Qué? Para que se mantenga su peso corporal y por ende su fertilidad en épocas de sequía tan comunes en las regiones semiáridas de Coahuila y Durango.

#### **a) ASPECTOS GENERALES DE LOS SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS**

Rinehart (2008) en su artículo Nutrición para Rumiantes en Pastoreo menciona que: “La preocupación nutricional para rumiantes se centra en la energía (es decir, carbohidratos), proteína, minerales, vitaminas y agua. La energía (carbohidratos) es responsable de las funciones de crecimiento y manutención del animal, y de la generación del calor. La proteína hace crecer el tejido y realiza otras funciones vitales. Otros nutrientes y minerales como la vitamina A y E, calcio, fósforo y selenio pueden ser alimentados a elección libre como un suplemento mineral. Bavera (2000) menciona la importancia de suplementar con minerales ya que es necesaria para mejorar el funcionamiento del rumen, logrando mayor eficiencia en la utilización del forraje consumido y por lo tanto, mayor producción, mejorar el funcionamiento reproductivo, evitar problemas clínicos y subclínicos que bajan la producción. Prácticamente, todos los sistemas de producción bovina la necesitan en mayor o menor medida. Dicha suplementación es económica, sencilla de efectuar y reditúa marcados beneficios por el sensible aumento de la producción. Miyasaka (2009) en su libro de Nutrición animal señala que: “La complementación alimenticia en agostadero debe emplearse tomando en cuenta especialmente la composición química del forraje, de tal manera que el complemento cubra sus deficiencias nutritivas.

Los componentes alimenticios pueden ser de materia seca (heno, ensilajes), energéticos (granos y melazas), proteína (pasta de oleaginosas, urea, gallinaza), minerales (bloques), y su forma física (excepto los de forraje) pueden ser en forma de harina, pastillas (pellets), bloques, líquido entre otras, lo que depende de varias condiciones como clima, tamaño del potrero, época del año, frecuencia de complementación alimenticia, número y tipo de animales. De Pablos y otros (2009) mencionan que: “La deficiencia de nutrientes en los forrajes ocasiona retardo en el crecimiento de los vacunos a pastoreo y condiciona el inicio de la actividad reproductiva. Un periodo prolongado para que la hembra alcance el peso óptimo para la reproducción, eleva los costos de producción, restringe el tamaño del hato, la disponibilidad de

reemplazos y compromete el progreso genético. La solución a los problemas señalados promueve la adopción de arreglos tecnológicos, los cuales incluyen la búsqueda de alternativas en el manejo de las pasturas tendientes a optimizar la cantidad y calidad nutritiva del forraje, así como el uso de suplementos que potencien la eficiencia del uso del forraje o corrijan condiciones deficitarias para reducir la caída de la productividad durante las estaciones del año y las etapas fisiológicas críticas de los animales.

Al igual que De Pablos y otros (Op. Cit.), Laredo y otros (1987) coinciden en que: “La desnutrición es el factor que más incide en la producción ganadera. Desde hace tiempo, las deficiencias y desequilibrios de minerales en el suelo y el forraje han sido considerados causantes de los problemas de baja producción y reproducción en el ganado; investigaciones realizadas en regiones tropicales han señalado que la suplementación mineral puede resultar en un aumento de 20 a 100% en las tasas de natalidad, además una reducción significativa de la mortalidad. Por otra parte, el uso indiscriminado de las mezclas minerales frecuentemente conducen a un aumento en los costos de producción o causa interferencias en el uso de otros elementos provocando deficiencias en los animales. García (2004) en su tesis menciona: “Los nutrientes son constituyentes naturales o sintéticos del alimento, estos deben ser suministrados en cantidades suficientes para cubrir requerimientos específicos del animal. Son sustancias indispensables que relacionan el metabolismo con el medio ambiente, entre las que se encuentran los minerales. Estos elementos deben estar presentes en la alimentación de los animales en cantidades adecuadas. Su déficit o exceso pueden ocasionar cuantiosas pérdidas en los bovinos afectados. Bavera (2006) señala que: “La salud del bovino se puede considerar como la resultante del sistema suelo-planta-animal-manejo, y el agravio de la misma en pastoreo debe buscarse en deficiencias en el manejo del suelo, el pasto y el animal. Entre esas deficiencias se encuentran los minerales y su manejo. Los elementos minerales constituyen solamente de un 4 a 6% del cuerpo del animal vertebrado, pero debido a las diversas funciones que cumplen en el organismo, son muy importantes en el campo de la bioquímica nutricional. Kawas y otros (1993) reportan que: “Cuando menos 15 elementos minerales son nutricionalmente esenciales para el ganado. Los nutrientes minerales mayores (macro minerales) son: calcio, fósforo, sodio, cloro, magnesio, potasio y azufre. Los nutrientes minerales menores (micro minerales) son: yodo, hierro, molibdeno, cobre, cobalto, manganeso, zinc y selenio.

Underwood (1983) publica en su libro *Los minerales en la nutrición del ganado*: “Actualmente se dispone de una amplia gama de suplementos minerales inorgánicos, que abarcan la totalidad de los nutrientes minerales esenciales, para su empleo en la alimentación de los animales

domésticos y cada vez se utilizan más para reforzar las raciones precisas para cubrir las necesidades de animales cuyas producciones experimentan un aumento continuo. La elección de un suplemento mineral viene determinada por el costo por unidad del elemento o elementos precisos, forma química en que aparece combinado el elemento, su forma física, especialmente la finura de su división y su carencia de impurezas peligrosas, particularmente de flúor. Puesto que generalmente los nutrientes comúnmente deficientes en los forrajes son: proteína, fosforo y algunos minerales traza; su suplementación al ganado en pastoreo debe ser aunque sea en cantidades mínimas para obtener producciones eficientes de los diferentes tipos de ganado.

El concepto de suplementación de ganado en pastoreo deberá ser visto como una ayuda para poder optimizar la ganancia diaria y aumentar el rendimiento que se obtenga de los pastos disponibles. Wolfgang y otros (2004) en su publicación enlistan los alimentos complementarios para la producción de carne en las siguientes categorías: -Forrajes voluminosos: constituidos por las praderas, cultivos suplementarios, ensilajes y henos. -Concentrados: que se dividen en energéticos y proteicos. Dentro de los energéticos destacan los granos de cereales y subproductos de agroindustrias. Y en los proteicos, las semillas de leguminosas. -Suplementos: formados por sales minerales, vitaminas, grasas, nitrógeno no proteico y otros.

Da Silva (2001) señala que: "La suplementación de animales que pastorean pasturas en el verano, no es una práctica muy difundida y sin embargo reviste una importancia fundamental. En esta época del año se acelera el proceso de maduración de las pasturas, lo cual deriva en un incremento del nivel de fibra en relación al resto de los componentes, como la proteína y los minerales. A su vez, en caso de no comer las pasturas a tiempo, como por ejemplo las leguminosas a principio de la floración, se aumenta la pérdida de calidad en dicho componente, limitando aún más, el aprovechamiento del forraje (digestibilidad) y el nivel de consumo. Es decir se produce un doble impacto, el animal come menor cantidad y a su vez de lo que come, aprovecha menos. La suplementación, en este periodo recobra importancia para corregir las deficiencias generadas por el menor consumo. Ustarroz y de León (2004) mencionan que: "En pasturas de buena calidad, la limitante más importante en la producción de carne y la más cara de corregir es la energía. Por lo tanto la suplementación con granos forrajeros aparece como la alternativa más adecuada para compensar esta deficiencia, por ser considerados concentrados energéticos. La suplementación con granos, muestra ser una herramienta eficiente en la intensificación de los sistemas de invernada, su utilización sobre pasturas de buena calidad mejora las ganancias de peso cuando las disposiciones forrajeras son limitantes o cuando corrige desbalances estacionales en las pasturas permanentes o verdeos de invierno. El objetivo de esta investigación fue determinar la importancia de la suplementación en la

supervivencia del hato ganadero al menor costo posible como una forma de sortear la época de sequía.

### MÉTODO

a) Trabajo de gabinete:

Se realizó una revisión bibliográfica profunda entre los meses de Enero a Junio del 2012 misma que nos permitió conocer la suplementación alimenticia que técnica mente es la más recomendada por los especialistas en esa área del conocimiento y tomando estas referencias SE HAN RELACIONADO con la producción de alimentos para el ganado que comúnmente se producen en los ejidos y comunidades de la zona de estudio; buscando con esto el posterior enriquecimiento de esas pasturas y/o de esos granos por medio de melazas y/o bloques minerales que permiten al ganado completar sus necesidades nutricionales para soportar en buen peso las épocas de estiaje de la región.

b) Trabajo de campo :

Mediante un acercamiento con los productores primarios por medio de entrevista directa se determinaron entre los meses de Agosto de 2012 y Enero del 2013 los tipos de cultivos que por lo general se producen pensando primeramente en generar cosecha para su venta; y como una segunda opción que les sean de utilidad en la alimentación de su hato ganadero.

### RESULTADOS

Dentro de la cría de bovinos para la producción de carne en la región árida y semiárida donde se encuentran los estados de Durango y Coahuila predomina el sistema vaca-becerro, en donde los becerros que se obtienen son destetados en un peso variable de entre 160 y 170 kg para fines de exportación, así como vacas de desecho y becerras excedentes son destinadas para el consumo interno. El ganado dominante está conformado por razas europeas como la Angus, Charoláis y Hereford, en cruces con Cebú y otras especies similares, que por encontrarse en proceso de desarrollo se utiliza ganado Beefmaster y Brangus como razas estabilizadoras.

En lo referente a la superficie ganadera, los agostaderos en su mayoría son con base en pastizales nativos y que además se encuentran deteriorados por el uso poco racional, con coeficientes que rondan las 18 hectáreas por unidad animal por año, así como engordas en confinamiento donde los principales insumos están constituidos por granos y ensilajes de forrajes de corte y esquilmos agrícolas. La ocurrencia de sequias son eventos periódicos que

llevan a un marcado déficit forrajero; durante esa crisis forrajera el objetivo de la suplementación es lograr la supervivencia de los animales al menor costo posible. Es evidente, que debido a la mala distribución de las lluvias durante el año la producción animal enfrenta situaciones de marcado déficit alimenticio, tanto en calidad como en cantidad de nutrientes, durante la época de escases de forrajes el ganado experimenta graves pérdidas de peso y en casos extremos se presenta la muerte por un prolongado periodo de subalimentación y un grave deterioro orgánico.

Debido a que en el ganado productor de carne el principal parámetro para evaluar su rentabilidad es la cantidad de kilogramos de becerro destetados por vida productiva de cada vientre, es importante reducir al mínimo el grado de subalimentación durante determinadas temporadas del año. Para la suplementación debemos de partir de lo que ya tenemos y; a esto añadir lo que le hace falta; lo que tenemos en épocas de sequía son pastos secos y muchas de las veces son deficientes en proteína, minerales y vitaminas. Es por ello que toda ración que alimenta el ganado deberá ser balanceada en sus componentes que son, proteína, energía, minerales y vitaminas. Los minerales representan una porción muy pequeña del consumo diario del animal, sin embargo, es de gran importancia, ya que están ligados directamente con un buen desempeño del ganado. Una buena suplementación mineral reduce enfermedades y muertes, aumenta los porcentajes de preñez, pesos al nacer y al destete y reduce el intervalo entre partos; dentro de los minerales más importantes se encuentran el fósforo (P), calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg), zinc (Zn), hierro (Fe), cobre (Cu), yodo (I), selenio (Se), cobalto (Co) y los podemos encontrar en el mercado en forma de sal mineralizada o blocks. La suplementación proteica es muy importante porque ayuda a un mejor aprovechamiento de pastos y forrajes de baja calidad, permitiendo una mayor digestibilidad de la fibra y los compuestos nitrogenados no proteicos. En este caso la pollinaza es un recurso económico y accesible que aporta la proteína y la energía necesarias en la dieta del ganado; se recomienda ofrecer por las tardes, después de que el ganado haya comido otros alimentos.

En lo que respecta a la suplementación energética, esta se da generalmente en forma de granos y pacas de forraje, puesto que los granos son de alto costo, su uso es principalmente en becerros con destete precoz, siendo las pacas de forraje las que se proporcionan con mayor frecuencia; la cantidad diaria por vaca varía de acuerdo con la disponibilidad de otras especies forrajeras en el potrero. Dentro de esta suplementación energética el nopal es el más común de los forrajes alternos en la región y se usa chamuscado o picado junto con la ración de forraje y pollinaza.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la investigación realizada sobre la utilización de suplementos alimenticios y compuestos minerales como una forma de apoyo a la alimentación que el ganado obtiene en los agostaderos del estado de Coahuila y norte de Durango podemos decir que los objetivos de la investigación si se cumplieron pues se logró identificar ejemplos que nos dieron a conocer que al suplementar con ensilajes, granos, pollinaza, minerales y vitaminas se logra cubrir las necesidades nutricionales del ganado bovino; además con esto se logra evitar la disminución del hato ganadero que se encuentra en los agostaderos durante las épocas de sequía. La hipótesis que hemos defendido durante este trabajo de investigación es aceptada ya que mediante la suplementación se logra cubrir las necesidades nutricionales que el ganado no obtiene de los pastizales pudiéndose observar los beneficios en la condición corporal de los animales suplementados. Pero además nos permitió una interacción con los productores del sector primario; mismos que manifestaron la necesidad de difundir de manera más clara los menús nutricionales que se pueden formar a partir de las cosechas de maíz, sorgo grano, avena forrajera y sorgo forrajero que son los que más se producen en el área de estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bavera G.A. (2006). Elementos Minerales. Sitio argentino de producción animal de la Universidad Nacional del Río Cuarto Provincia de Córdoba Argentina. En [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) consultado el 14 de Noviembre de 2012.
- Bavera G.A. (2000). Necesidad de suplementar con minerales. Sitio argentino de producción animal de la Universidad Nacional del Río Cuarto Provincia de Córdoba Argentina. En [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) consultado el 14 de Noviembre de 2012.
- Da Silva L.A. (2001). Suplementación estival sobre pasturas. Sitio Argentino de producción animal. Consultado en: [www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/02\\_suplementacion\\_estival.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/02_suplementacion_estival.pdf) 19 de octubre de 2012. Río Cuarto, provincia de Córdoba, República Argentina.
- De Pablos L., Ordoñez J., Godoy S. y Chico C. (2009). Suplementación mineral proteica de novillos en pastoreo en los llanos centrales de Venezuela. Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Consultado en <http://www.scielo.org/ve/scielo.php> el 17 de septiembre de 2012.
- García M.O. (2004). Niveles séricos de magnesio en rumiantes adicionados con diversas fuentes minerales. Tesis para titularse en MVZ. Consultada el 18 de Septiembre de 2012.
- Kawas R.J., Armienta G. y Kawas J.J. (1993). Suplementación mineral del ganado en pastoreo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 16 de octubre de 2012. Consultado en: [cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082495/1020082495.PDF](http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082495/1020082495.PDF) Monterrey Nuevo León México.
- Laredo C.M.A., González F., Huertas H.B. y McDowell L.R. (1978). Los minerales y la producción de ganado de carne en pie de monte llanero. Sección Programa de Nutrición Animal ICA. Consultado en: [www.sian.inia.gob.ve](http://www.sian.inia.gob.ve) 24 de septiembre de 2012. El Dorado, Bogotá Colombia.
- Mexicoport (2012). Consultado en: <http://manzanillo.mexicoport.com/noticias/> 3 de diciembre de 2012.
- Miyasaka S.A. (2009). Nutrición animal. 2da edición Editorial Trillas. México D.F.
- Rinehart L. (2008). Nutrición para rumiantes en pastoreo. Servicio nacional de información de agricultura sustentable. Consultado en: [www.attra.nact.org/espanol](http://www.attra.nact.org/espanol) 26 de octubre de 2012.

- Ustarroz E. y De León M. (2004). Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Consultado en: [www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada) 19 de octubre de 2012. Manfredi, Argentina.
- Wolfgang S.W., Martínez E., Balocchi O. y Hosokawa K. (2004). Alimentos complementarios para producción de carne. (Proyecto “mejoramiento de la productividad para los pequeños productores”). Centro Nacional de Reproducción y Manejo Animal. Universidad Austral de Chile. Consultado en: <http://www.uach.cl/cenerema/publicaciones/m> 12 de noviembre de 2012. Valdivia, Chile.



## JAMÓN COCIDO CON CARNE DE CABRA BAJO EN NITRITOS

**Castañeda-Gallardo Francisco<sup>a</sup>, Figueroa-González Juan José<sup>b\*</sup>, Morales-Cruz Juan<sup>a</sup>, Juárez-García Manuel<sup>a</sup> y Echavarría-Cháirez Francisco Guadalupe<sup>b</sup>.**

<sup>a</sup>ITSZN (Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte). Km 3 Carr. González Ortega, C.P. 98400 Río Grande, Zacatecas, México. <sup>b</sup>INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Km 32 Carr. Zacatecas-Fresnillo, C.P. 98500 Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México.

Contacto: [jfigueroa@zacatecas.inifap.gob.mx](mailto:jfigueroa@zacatecas.inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

La carne de cabra, ha recibido poca atención por los nutriólogos como una fuente alternativa de carne roja. Así mismo, la industria cárnica desempeña un papel importante dentro de la economía nacional de los diferentes países, siendo el jamón cocido uno de los productos que predominan en el mercado, (Wilson, 1994).

La calidad del jamón se ve influenciada por diversos factores como: el tecnológico, condiciones de almacenamiento, tipo de corte, composición de la salmuera, masajeo, tiempo y temperatura de cocción (Delahunty, 1997). En la tecnología moderna de los alimentos, el jamón alcanza un alto desarrollo, por lo que se hace necesaria una orientación para la población consumidora (Llamas, 2011). El uso de colorantes sintéticos en la industria alimentaria es cada vez más estricto debido a la regulación para su uso, por los problemas de toxicidad, intolerancia y alergias. Lo anterior ha favorecido para obtener colorantes de fuentes naturales como es la tuna, como posibles sustitutos de colorantes sintéticos, ya que en la fecha no existen evidencia de toxicidad en humanos, (Pedreño *et al.*, 2000). Por otro lado, México cuenta con una gran cantidad de zonas marginadas donde la caprinocultura se encuentra como único aporte de carne y leche. Por esto, es de vital importancia dar un apoyo e impulso a la cría de ganado caprino, mediante la evaluación y desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas. Por todo lo anterior, el objetivo de este trabajo fue elaborar un jamón cocido con carne de cabra rico en proteína, bajo en nitritos y grasa, utilizando colorante de tuna para potenciar su color característico.

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Materia prima:** se utilizaron como compuestos químicos: azúcar, cloruro de sodio, sal de cura, condimento para jamón, almidón y colorante de tuna tapona silvestre.

La materia de origen biológica. Se utilizaron canales de carne de cabra criolla, proporcionadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas.

### Elaboración del jamón cocido

En la Tabla 1, se presentan las tres formulaciones utilizadas para la elaboración y desarrollo de jamón cocido con carne de cabra criolla. Cabe mencionar, que el único ingrediente que varió fue la sal de nitro.

**Tabla 1.** Formulaciones del jamón cocido con carne de cabra.

<b>Ingredientes</b>	<b>(JM1)</b>	<b>(JM2)</b>	<b>(JM3)</b>
Carne de cabra	1000 g	1000 g	1000 g
Azúcar	3 g	3 g	3 g
Sal común	25 g	25 g	25 g
Sal de nitro	0.25 g	0.20 g	0.15 g
Condimento p/Jamón	3 g	3 g	3 g
Agua	200 ml	200 ml	200 ml
Almidón	5 g	5 g	5 g
Colorante tuna	12.5 ml	12.5 ml	12.5 ml

JM1, JM2 y JM3: Formulaciones de jamón cocido con carne de cabra.

El jamón cocido se elaboró en la planta experimental-agroindustrial, ubicada en el INIFAP Campo Experimental Zacatecas. La canal de cabra se lavó y se descarnó. Posteriormente, se refrigeró a 4 °C por 24 horas. La carne se pesó y se molió el 70% del total del peso, el resto solamente se masajeó de manera manual.

Por otro lado, se preparó la salmuera usando un mezclador (Hotplate Stirrer, Lab Tech Modelo LMS-1003) con agitación constante. Una vez realizado lo anterior, se mezclaron perfectamente la carne y la salmuera y se dejó reposar por 24 horas para su curado; pasado este tiempo se agregó el colorante de tuna y se volvió a mezclar uniformemente toda la pasta. Posterior al mezclado la mezcla se colocó en bolsas térmicas bien selladas para ser colocadas en los moldes de jamón. Finalmente se llevó a cocción a una temperatura de 80-85 °C en baño maría por 2 horas tiempo indicado en el que la barra de jamón alcanza los 75 °C en su centro interno. Se enfrió a temperatura ambiente por 1 hora, se desmoldó y se almacenó en refrigeración a 4 °C.

### Análisis químico

El análisis bromatológico se realizó a los tres tratamientos presentados en este trabajo de investigación y comparados con dos jamones comerciales (uno con carne de cerdo y el otro con carne de pavo).

El contenido de cenizas, proteína y humedad se determinó por los métodos descritos por la AOAC (1990). El contenido de cloruros de sodio por el Banco de Normas (2011). Por último el contenido de grasa total se determinó por SAC (1974).

**Análisis estadístico.**

Para el análisis estadístico se comparó el contenido nutricional entre los jamones de prueba a los cuales se les agregó colorante de tuna contra dos jamones comerciales. Además, se realizó un análisis de varianza ( $p < 0.05$ ). Se utilizó el paquete estadístico SAS Windows 9.0 para el análisis de datos.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la tabla 2, se aprecia el contenido promedio de proteína total el cual fue mayor en las formulaciones JM1 (18.40 %), JM2 (18.46 %) y JM3 (18.23 %), comparadas con la JC1 (8.58 %) y JC2 (11.79 %). Esto significa que se encontraron diferencias estadísticas significativas en los jamones con carne de cabra y los jamones comerciales, ( $p < 0.05$ ). La cantidad de proteínas encontrada en nuestros productos fue muy elevada e inclusive de acuerdo a la norma oficial (NOM-122-SSA1-1994) que pertenece a los productos cárnicos curados y cocidos, la cual indica que el contenido de proteína para un jamón fino, debe contener un 16% y un extra fino un 18 %. Los jamones obtenidos en esta investigación superaron los porcentajes reportados por los requeridos según la Norma Mexicana citada anteriormente. A los jamones con carne de cabra aquí reportados, no se les agregaron ningún tipo de extensores para aumentar su proteína, además fueron elaborados en su totalidad con carne de cabra, lo que los convierte en jamones finos, naturales y nutritivos de tipo gourmet.

El contenido promedio de grasa total, en las formulaciones con carne de cabra, fue de 5.83 % en el JM3, el JM1 6.17 % y el JM2 6.20 %; en el caso de los jamones comerciales presentaron cantidades mayores (JC2 6.51 % y JC1 8.27 %). Esto significa, que hubo diferencias estadísticas significativas en los jamones de carne de cabra y los jamones comerciales ( $p < 0.05$ ). Kats *et al.* (1990) encontraron que para el jamón cocido con carne de oveja contenía 7.57 % de grasa; mientras que la Norma Oficial Mexicana, exige que el jamón cocido contenga un máximo de 15% de grasa. Cabe mencionar que la cantidad de grasa presente en este tipo de jamones, elaborados con carne de cabra es más baja que la obtenida por Kats *et al.* (1990) y se encuentra dentro de los límites de la Norma, por tanto pueden ser consumidos por personas con problemas de obesidad.

Por lo tanto, se recomienda altamente el consumo comercial de jamón de cabra, debido principalmente a que Madruga *et al.* (2006) encontraron que la carne de cabra contiene bajos porcentajes de grasa y colesterol y que el ácido graso insaturado más representativo es el oleico.

Por otro lado, el contenido promedio de cenizas en las formulaciones con carne de cabra fueron menores en la JM1 3.46%, JM2 3.63% y JM3 3.46%, comparados con los jamones comerciales;

los cuales presentaron 6.60% JC1 y 6.23% el JC2. Comparando las muestras (Tabla 2) se observa que hubo diferencias estadísticas significativas en los jamones con carne de cabra y los jamones comerciales ( $p < 0.05$ ). Al respecto, Madruga *et al.* (2006) indicaron que el contenido de cenizas estudiado, es diferente en cabras criadas en establos comparadas con las cabras cuidadas a campo abierto, el alto contenido de hierro, calcio y fósforo, minerales presentados en este tipo de carne suele variar.

El contenido promedio total de cloruro de sodio en los jamones comerciales fue de 7.53 % JC1 y 6.76 % JC2, a diferencia de los jamones con carne de cabra presentaron menores cantidades, tales como: 5.97% JM1, 5.20 % el JM2 y 4.43 % JM3. Esto indica que hubo diferencias estadísticas significativas en los jamones con carne de cabra y los jamones comerciales ( $p < 0.05$ ). Por lo tanto, se recomienda altamente el consumo comercial de jamón de cabra, Mohan and Campbell, (2009) confirmaron la relación existente entre la presión arterial y la sal, llegando a la conclusión final de que una disminución en la ingesta diaria de sal produce una disminución generalizada de la presión arterial en la población.

Finalmente el contenido promedio total de humedad, fue mayor en los jamones comerciales, los cuales presentaron 71.86% en JC1 y 76.74% en el JC2, mientras que los jamones con carne de cabra JM1 con 70.98%, 66.30% el JM2 y 68.58% en el JM3. Al compararlos, se observa que los jamones comerciales presentaron mayores porcentajes de humedad que los jamones elaborados a base con carne de cabra. Esto demuestra que hubo diferencias estadísticas significativas en los jamones comerciales y los jamones elaborados con carne de cabra ( $p < 0.05$ ). Kats *et al.*, (1990), Reportaron 77.56% de humedad en el jamón cocido de oveja. Así mismo, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana F-123-1982, exige que el jamón cocido contenga un máximo de humedad 74%. Esto indica que los jamones con carne de cabra están dentro de los límites permitidos por la Norma, debido a que entre mayor humedad, hay más riesgos de proliferación de microorganismos.

**Tabla 2.** Composición química del jamón cocido de cabra y jamones comerciales.

Muestra	Proteína	Grasa	Cenizas	Sales	Humedad
JM 1	18.40± 0.46 <sup>a</sup>	6.17± 0.24 <sup>b</sup>	3.46± 0.25 <sup>c</sup>	5.97± 0.06 <sup>c</sup>	70.98±0.79 <sup>c</sup>
JM 2	18.46± 0.24 <sup>a</sup>	6.20 ± 0.42 <sup>b</sup>	3.63± 0.05 <sup>c</sup>	5.20 ± 0.0 <sup>d</sup>	66.30±0.15 <sup>e</sup>
JM 3	18.23± 0.59 <sup>a</sup>	5.83± 0.35 <sup>b</sup>	3.46± 0.02 <sup>c</sup>	4.43± 0.05 <sup>e</sup>	68.58±1.44 <sup>d</sup>
JC 1	8.58 ± 0.29 <sup>c</sup>	8.27± 0.76 <sup>a</sup>	6.60± 1.08 <sup>a</sup>	7.53± 0.05 <sup>a</sup>	71.86±0.02 <sup>b</sup>
JC 2	11.79± 0.03 <sup>b</sup>	6.51± 0.68 <sup>b</sup>	6.23± 0.05 <sup>b</sup>	6.76± 0.05 <sup>b</sup>	76.74±0.13 <sup>a</sup>

Entre columnas, medias con la misma letra no son significativamente diferentes Tukey ( $p < 0.05$ ). JM1, JM2 y JM3: formulaciones de jamón cocido con carne de cabra. JC1= jamón comercial con carne de cerdo. JC2= jamón comercial con carne de pavo.

## CONCLUSIONES

Se logró la obtención de tres formulaciones de jamón cocido con carne de cabra, con un valor altamente nutritivo, una disminución de los nitritos y visualmente un color característico a los jamones comerciales.

El contenido de proteína que presentan las formulaciones de jamón cocido con carne de cabra es dos veces mayor al contenido de proteína al de un jamón comercial de carne de puerco (económico), que consumimos comúnmente, e inclusive es casi dos veces que el jamón que compramos como de buena calidad (de pavo); esto significa, que una porción de 60 g de jamón cocido de cabra cubre un 38% de los requerimientos diarios en una persona sana, considerándose un jamón fino de tipo gourmet y además con excelente contenido proteico.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1990. Methods of análisis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemist, Washington, D. C.
- Banco de Normas. 2011. Banco de normas mexicanas. Consultado 7 de Septiembre. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-404-1982.PDF>
- Delahunty M., Mc Cord A. O., Neill E. and Morrisey A. 1997. Sensory characterization of cooked hams by untrained consumers using free-choice profiling. *Food Qual Prefer.* 8 (5-6):381-388.
- Kats, F. J., Rubio, M. L., Medina, D.M., Pérez, L.C., Iturbide, F.C. 1999. Efecto del tipo de Grasa y el Pirofosfato de Sodio en la Calidad Química y Sensorial en los Productos Elaborados con Carne de Oveja. Vol. 30, UNAM, Distrito Federal, Pp. 49-55.
- Kirk R. S., Sawyer R. y Egan, H. 2009. Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. Ed. 2da. ED. Patria. PP. 534.
- Llamas, M. J. 2011. Asociación Nacional de Tiendas de Servicios Departamentales, SA. Consultado el 9 de mayo del 2011. Disponible en: <http://antad.org.mx/articulos/jamon.pdf>
- Madruga, M. S., Resosemito, F. S., Narain, N., Souza, W. H., Cunha, M. G. G. and Ramos, J. L. F. 2006. Effect of rising conditions of goats on physic-chemical and chemical quality of its meat. *Ciencia y Technology Alimentarius.* Pp. 100-104.
- Mohan, S. and Campbell, N.R.C. (2009). Salt and high blood pressure. *Clinical Science*, 117: 1-11.
- Norma Oficial Mexicana NOM-F-1-3-S-1982. Alimentos-Jamón cocido-especificaciones. Dirección General de Normas. México DF. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.
- Norma Oficial Mexicana NOM-122-SSA1-1994, Bienes y servicios. Productos de la carne. Productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos. Especificaciones sanitarias.
- SAC. 1974. Official, Standardized and Recommended Methods of Analysis, 2a. Ed. Londres: HMNSO.

## **RENDIMIENTO EN CANAL Y COMPONENTES NO CÁRNICOS EN BOVINOS EN EL CENTRO SUR DEL ESTADO DE DURANGO**

**Sánchez V.M.L.A., Revilla B. E., Favela R.A., Gallegos H.M.P., Toca R.J.A.**

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango Carr. Dgo-Mezquitil Km. 11.5 Durango, Dgo. [ale\\_zero\\_3@hotmail.com](mailto:ale_zero_3@hotmail.com)

### **INTRODUCCIÓN**

En México y en el estado de Durango en particular, la carne bovina representa la fuente más importante de proteína animal en la nutrición humana. La ganadería en extensivo es la principal actividad pecuaria del estado. La categorización en pie del ganado para al sacrificio incluye el peso vivo, la CC (grosor muscular) y el peso en canal. Este último es el que determina el precio pagado al productor y el rendimiento en canal caliente de los animales (Huerta *et al.*, 2013). Sin embargo la categorización por canal no puede generalizarse para todos los mercados, sobre todo en lugares donde otras partes del animal tienen valor comercial (vísceras, piel, etc.). El peso de la canal, cabeza, vísceras, desechos y el contenido gastrointestinal, son factores decisivos para determinar el rendimiento en canal (Hernández *et al.*, 2009) y el costo final de recuperación inherente al animal. Los bovinos procedentes de corral de engorda tienen mayores porcentajes de piel, patas y aparato respiratorio (9.5, 2.4 y 1.4%, respectivamente), en relación al peso vivo. Además de la canal, los ingresos totales incluyen las vísceras rojas (pulmones, corazón, hígado), vísceras verdes (rumen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grueso) llenas y/o vacías que se categorizan en función al peso vivo del animal (Aja *et al.*, 2005). En general, se obtiene un rendimiento del 60% en canal en relación al peso vivo y el 40% restante, corresponde a las vísceras, pezuñas, cuernos y piel. En México, existe una gran variabilidad genotípica y fenotípica de los bovinos de abasto por la diversidad en los sistemas de manejo, producción, razas, cruza y alimentación; lo que determina y varía drásticamente las diferencias en las canales y componentes no cárnicos (Rubio *et al.*, 2011; Gorrachategui, 1997). El nivel de concentrado-forraje en la alimentación se relaciona directamente con el peso del contenido digestivo y tamaño del rumen; esto reduce el rendimiento en canal (McCarthy *et al.*, 1985). El hecho de que los pliegues y paredes del rumen de animales alimentados en pastoreo, son más gruesos y poseen menor cantidad de grasa; al rumen de animales de lotes de engorda, tiene mayor cantidad de grasa, pero menor peso por que los pliegues y paredes muestran menor desarrollo del músculo liso por el bajo consumo de fibra (Allen *et al.*, 1996). El objetivo del presente trabajo fue determinar el

rendimiento en canal y partes no cárnicas como valor agregado del ganado bovino productor de carne en el municipio de Durango.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La información se recopiló del rastro TIF 146 ubicado en la Ciudad Pecuaria de la Unión Ganadera Regional de Durango localizado sobre el Km 20 Málaga de la carretera libre Durango-Torreón a una latitud norte de 24°09'27.64", longitud oeste de 104°30'39.34" y una altitud de 1864 msnm. Se trabajaron con 52 animales de cruzado de Charoláis, Angus, Simmental y razas Cebuinas y 8 de raza Hereford. La procedencia de los animales es del municipio de Durango y alrededores (Canatlán, El Mezquital, Nombre de Dios y Pueblo Nuevo), vienen de agostadero (sabana) y corral de engorda. La recepción de los animales es mínimo 12 horas antes del sacrificio, al llegar son pesados y posteriormente se alojan en corrales hasta su sacrificio. Se elaboró un cuestionario de 10 ítems, el cual se aplicó a los introductores para averiguar sobre la comercialización de las partes no cárnicas de los animales. Los pesos de las canales fueron obtenidos directamente de los registros del rastro y en razón a estos, se obtuvo la proporción de cada parte no cárnica. Los datos se analizaron con un ANOVA y la diferencia entre las medias se estableció con una prueba Duncan. Para las variables expresadas en porcentaje, se utilizó una  $X^2$  (SPSS, ver. 15).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La edad de los animales sacrificados fue de  $5.7 \pm 2$  con un rango de 3 y 9 años, de acuerdo a la dentición. El peso vivo promedio fue de  $605 \pm 126.9$  kg con un mínimo de 430 y máximo de 1000 kg, dato tomado a la recepción de los animales. La CC al sacrificio fue de  $7.6 \pm .60$  (escala del 1 al 9). El peso de la canal caliente fue de  $317 \pm 84$  kg con un rango mínimo 180 a máximo de 611 kg y el rendimiento fue de  $52 \pm 4$  % con un mínimo de 40.1 y máximo de 61.2 %. Los resultados en cuanto a características por tipo de animal, se encuentran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Peso vivo y condición corporal, peso y rendimiento en canal, componentes no cárnicos salientes del sacrificio en bovinos cruzados y de raza pura.

	Razas cruzadas	Razas Hereford
Edad (años)	$5.3 \pm 1.9b$	$9.00 \pm 0.0a$
Peso en pie (kg)	$568.8 \pm 79.9b$	$869.3 \pm 83.6a$

Condición corporal	7.5 ± .6b	8.1 ± 0.3a
Peso de la canal caliente (kg)	294.8 ± 56.2b	478.8 ± 68.1a
Rendimiento de canal (%)	51.5b	54.9a
<b>**Productos no cárnicos</b>		
Cabeza (%)	2.5b	0.9a
***Asadura (%)	1.2b	1.79a
****Vísceras (%)	2.6b	1.7a
Rumen vacío (menudo) (%)	15.9b	8.8a
Patas (%)	1.0b	2.3a
Piel (%)	5.9b	9.3.8a
<b>*Total (%)</b>	<b>29.1</b>	<b>24.9</b>

\* Literales diferentes en fila, significan (P<0.05)

\*\* La proporción de estas partes esta en relación al peso vivo del animal

\*\*\* Asadura = pulmones, corazón e hígado

\*\*\*\* Vísceras = intestino delgado e intestino grueso

En cuanto a los productos no cárnicos, para la cabeza se obtuvo un promedio de 2.7 %, lo que representa 16.30 kg, asadura 1.3 % o 7.8 kg, vísceras 2.5 % lo que representa 15.10 kg, rumen vacío 15 % o 82.7 kg, patas 1.2 % o 6.0 kg y piel 6.4 %, lo que equivale a 38.7 kg. La proporción de estos productos, está en función del peso vivo promedio. De acuerdo al tipo de alimentación del ganado sacrificado, los resultados se observan en la tabla 2, en donde resalta la diferencia en el peso y el rendimiento en canal (P<0.05), se registraron diferencias en componentes no cárnicos como vísceras y rumen (P<0.05). La proporción de estos fue igual (P>0.05) por tipo de alimentación del ganado.

**Tabla 2.** Características de losbovinos sacrificados provenientes de corral de engorda y de agostadero.

	<b>Engorda</b>	<b>Agostadero</b>
Edad (años)	4.7± 2.4b	6.9± 1.0a
Peso en pie (kg)	665.0 ± 133.5a	534 ± 69.8b
Condición corporal	7.6± .55a	7.6 ± .67a
Peso de la canal caliente (kg)	361.2 ± 82a	266.5 ± 51.6b



Rendimiento de canal (kg)	54.1 ± 3.0a	49.5 ± 4.5b
<b>**Productos no cárnicos</b>		
Cabeza (%)	2.7a	2.6a
***Asadura (%)	1.3a	1.3a
****Vísceras (%)	2.3b	2.8a
Rumen vacío (menudo) (%)	3.5a	2.8b
Patas (%)	1.3a	1.1a
Piel (%)	6.4a	6.2a
<b>*Total %</b>	<b>17.5</b>	<b>16.8</b>

\* Literales diferentes en fila, significan (P<0.05)

\*\* La proporción de estas partes esta en relación al peso vivo del animal

\*\*\* Asadura = pulmones, corazón e hígado

\*\*\*\* Vísceras = intestino delgado e intestino grueso

En la tabla 3 se muestra el precio obtenido por animal por concepto de componentes no cárnicos al cual se le resta el gasto del sacrificio y el resto es recuperación para el introductor.

**Tabla 3.** Comercialización de los productos no cárnicos en bovinos.

	Peso (Kg)	***Precio/ Kg. (\$)	Precio total (\$)
Cabeza	16.30	20	326.00
Asadura*	7.80	17	132.60
Víscera**	15.10	2.5	37.75
Rumen vacío	82.55	20	1,654.00
Patas	6.00	3	18.00
Piel	38.70	15	580.00
<b>Total</b>	<b>166.4</b>	<b>---</b>	<b>2,747.7</b>

\* Asadura = pulmones, corazón e hígado

\*\*Vísceras = intestino delgado e intestino grueso

\*\*\* Precios al 08/07/2014

Las diferencias encontradas entre el rendimiento del rumen vacío y vísceras en bovinos de engorda y sabana es debido a la alimentación y a la mejor calidad de la ración (como relación a la cantidad de grano u concentrado utilizado-forraje), se encuentra menor contenido gastrointestinal en animales alimentados con una relación concentrado- forraje, que los animales que solamente consumen forraje como es el caso en los animales de sabana y estos obtienen mayor cantidad de rendimiento (McCarthy *et al.*, 1985). Al momento del sacrificio a

pesar de que el animal de engorda tiene una mayor cantidad de grasa pero no contiene pliegues y paredes del rumen su peso es menor a diferencia de un animal que tiene una actividad constante así los pliegues y paredes de este órgano se vuelve más grueso y aumenta su tamaño debido al bajo consumo de fibra (Allen *et al.*, 1996). Todos los productos resultantes del animal comercializados son los factores que determinan el rendimiento de la canal. La categorización por canal en el pago al productor es mayor debido a que la recuperación de los productos no cárnicos del animal y el costo final es satisfactorio (Hernández *et al.*, 2009). En general se obtiene un rendimiento de 60% conforme al peso vivo y los productos no cárnicos constituyen el 40% restante pezuñas, vísceras, cuernos y piel (Rubio *et al.*, 2013).

### **CONCLUSIONES**

Hubo diferencias significativas en el peso y rendimiento en canal en animales por raza y por tipo de alimentación. Los componentes no cárnicos representan un ingreso significativo para los introductores, lo que debería tomarse en cuenta para eliminar la dieta (del 5 al 7% del peso vivo) al momento de la compra venta.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Aja G. S., Salazar L. M. 2005. Rendimiento total de una canal de bovino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Bovinotecnia. México, D.F.
- Allen V.G., Fontenot J.P., Kelley R.F., Notter D.R. 1996. Forage systems for beef production from conception to slaughter: III. Finishing systems. *J. Anim. Sci.* 74: 625-638.
- Gorrrachategui G.M. 1997. Influencia de la nutrición y otros factores en el rendimiento de la canal de terneros. XIII curso de especialización. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal
- Hernández B. J., Gómez V.A., Núñez G.F.A., Ríos. R.F.G., Mendoza. M.G.D., García. M.J.A., Villegas A.Y., Hernández S.D., Joaquín T.B.M. 2009. Rendimiento de la canal y de los componentes no cárnicos de toretes Pardo Suizo x Cebú en tres sistemas de alimentación en clima cálido húmedo. *Universidad y ciencia trópico húmedo.* 25 (2) 173:180
- Huerta L.N., Hernández O., Rodas G. A., Ordóñez V. J., Pargas H.L., Rincón E., Alonso V., Belkys B. 2013. Peso corporal y rendimiento en canal según clase sexual, tipo racial, condición muscular, edad y procedencia de bovinos venezolanos. *ACAMEH.* Vol. 7, No. 2, 2, pp. 75-96
- McCarthy F.D., Hawkins D.R., Bergen W.G. 1985. Dietary energy density and frame size effects on composition of gain in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 60: 781-790.
- Rubio L. M.S., Braña V. D., Médez M. D., Torrescano U. G.R., Sánchez E. A., Pérez L. C., Figueroa S. F., Delgado S. E. 2013. Guía para la estandarización y evaluación de las canales bovinas mexicanas. FMVZ-UNAM. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP Ajuchitlán, Colón, Querétaro Folleto técnico No. 23 ISBN: 978-607-37-0005
- SPSS. 2013. Statistical Program for Social Sciences. Versión 15.

---

---

## EL BAJO RENDIMIENTO EN CANAL DE LA RAZA HOLSTEIN-FRIESIAN: ¿MITO O REALIDAD EN LA COMPRA VENTA?

\*<sup>1</sup>Martin C.J.P., Ibarra P.H., <sup>1</sup>Barretero G.O., <sup>1</sup>Gallegos H.M.P., Rodríguez C.P.

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango  
e-mail: pablouniversidad.dgo@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

La raza Holstein-Friesian y otras especializadas en la producción de leche, deben considerarse de doble propósito; ya que su venta representa un ingreso importante a las explotaciones y una buena proporción de carne a la demanda nacional. En los hatos lecheros, el 50% de los animales son sacrificados cada año por diversas razones (Carballo y Moreno, 2006). De las vacas sacrificadas el 93 % son de la raza Holstein, en los hatos se desecha entre el 27 y 32 % de los animales (Maldonado *et al.*, 2013). En establos lecheros en general se desecha un 22.2% de todo el hato (Vitela *et al.*, 2004). Lo anterior significa un aporte significativo a la producción nacional de carne. Tradicionalmente este tipo de ganado es devaluado en el proceso compra-venta, bajo argumento de la gran proporción de productos no cárnicos (vísceras, asadura y rumen, principalmente) respecto al peso vivo. No obstante estas partes son comestibles en muchos lugares además de materia prima para algunas industrias y dentro del sistema producto carne, es un ingreso importante para los introductores, lo cual está en función del peso vivo de los animales (McGee *et al.*, 2005; McGee *et al.*, 2008), mas no repercute en los productores. El rendimiento en canal está influenciado por el peso y sexo, un macho de 204.1 kg tiene un rendimiento del 50.94%, una hembra de 186.3 kg rinde en canal 49.72% (Zea y Carballo, 2007). En cuanto a productos no cárnicos, éstos representan el 8.5% (piel), 4.2% (cabeza), 4.5% (órganos o asadura) y 3.9% (intestinos o vísceras; DiMarco, 2006). El peso y rendimiento en canal entre sexos de la raza Holstein es de 204.1 kg y 50.94% para machos y 186.3 kg y 49.72% para hembras (Zea y Carballo, 2007); lo que coincide con este caso. El rendimiento productos no cárnicos representa 21.1% respecto al peso vivo (cuero 8.5%, cabeza 4.2%, asadura 4.5%, intestinos o vísceras 3.9%; Di Marco, 2006). El peso de la canal en frio en la raza Holstein es de 272 kg (Minchin *et al.*, 2009), usualmente el pobre rendimiento en canal del ganado lechero se atribuye al tamaño y peso del esqueleto (McGee *et al.*, 2005), lo que se compensa con la menor proporción de grasa total (McGee *et al.*, 2008).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

La información se recopiló del rastro TIF 146, de la Ciudad Pecuaria de la Unión Ganadera Regional de Durango localizado sobre el Km 20 Málaga de la carretera libre Durango-Torreón a una latitud norte de 24° 09' 27.6", longitud oeste de 104° 30' 39.3" y una altitud de 1864 msnm. Se trabajó con 30 animales Holstein-Friesian los cuales proceden del municipio de Durango. La recepción de los animales es mínimo 12 horas antes del sacrificio, al llegar son pesados y posteriormente se alojan en corrales hasta su sacrificio. Se elaboró un cuestionario de 20 ítems, el cual se aplicó a los introductores y compradores de subproductos animales, para averiguar sobre la comercialización de las partes no cárnicas de los animales. Los pesos de las canales fueron obtenidos directamente de los registros del rastro y en razón a estos, se obtuvo la proporción de cada parte no cárnica. Los datos se analizaron con un ANOVA y la diferencia entre las medias se estableció con una prueba Duncan y una prueba  $X^2$  para las variables expresadas en porcentaje (SPSS, ver. 15).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La edad al sacrificio no se pudo estimar porque los animales no tienen un sistema de registro que proporcione el dato, por la dentición todos fueron animales mayores de 5 años de edad. En este caso aunque los machos fueron más pesados, se observó que el rendimiento en canal fue diferente ( $P < 0.05$ ) entre sexos (Tabla 1). En el caso de esta raza, el kg de piel se cotiza de 5 a 7 pesos más que las razas cárnicas, dada la calidad de esta para la peletería. Otro aspecto que se toma en cuenta para la cotización de la piel, es el efecto de los ectoparásitos, las marcas a fuego y el color de la capa. La comercialización de las partes no cárnicas, implica un ingreso significativo para el introductor tal y como se puede observar en la Tabla 2; aunque los precios fluctúan diariamente, no deja de ser un aspecto que finalmente reporta beneficios. Se encontraron altas correlaciones ( $P < 0.01$ ) en todas las características medidas (Tabla 3), las vísceras y la piel dependen del peso; mientras que la piel esta correlacionada con el sexo y la condición corporal 0.52 y 0.86, respectivamente. El alto porcentaje de animales desechados en los hatos lecheros, contribuye significativamente al abasto de carne de calidad (Vitela *et al.*, 2004; Carballo y Moreno, 2006; Maldonado *et al.*, 2013). Tradicionalmente la raza Holstein en el mercado de la carne, ha sido un animal devaluado por el bajo rendimiento al sacrificio, lo que se confirma en comparación con razas cárnicas como la Charoláis y sus cruza, sin embargo la Holstein presenta algunas características que no se han tomado en cuenta al momento de la compra-venta del animal, por ejemplo calidad de canal y menor grasa en total (McGee *et al.*, 2008). Los productos no cárnicos tienen gran demanda en el mercado, el cuero y el rumen son

los de mejor precio a la venta, luego la asadura y cabeza (Tabla 2), también se observa el total del ingreso obtenido por la venta de estas partes del animal sacrificado. En la tabla 3, se expresan las correlaciones entre las partes no cárnicas y el peso del animal al sacrificio. Los productos no cárnicos tienen gran demanda en el mercado, el cuero y el rumen son los de mejor precio a la venta, luego la asadura y cabeza (Tabla 2), también se observa el total del ingreso obtenido por la venta de estas partes del animal sacrificado. En la tabla 3, se expresan las correlaciones entre las partes no cárnicas y el peso del animal al sacrificio.

Tabla 1. Peso vivo, rendimiento en canal y productos no cárnicos de bovinos Holstein- Friesian

	Hembra	Macho	General
Peso en pie (kg)	438.8 ± 66.4b	532.2 ± 81.5a	465.9 ± 81.9
Condición corporal	3.3 ± .38b	4.2 ± .66a	3.6 ± .63
Peso de la canal caliente (kg)	254.8 ± 45.3b	301.3 ± 47.4a	268.3 ± 50.0
Rendimiento en canal (kg)	58.0 ± 3.0a	56.6 ± 3b	59.3 ± 3
<b>**Productos no cárnicos</b>			
Vísceras (%)	4.12 <sup>a</sup>	3.89b	18.1 ± 3.2
Asadura (%)	4.55a	4.53b	20.88 ± 3.7
Cabeza (%)	4.41a	4.20b	19.53 ± 3.4
Piel (%)	8.89a	8.40b	39.45 ± 7.0
Rumen vacío (%)	3.08a	2.94b	13.46 ± 2.3

sacrificados en el rastro TIF 146 en el municipio de Durango, Dgo.

\* Literales diferentes en fila, significan (P < 0.05)

\*\* La proporción de estas partes está en relación al peso vivo del animal

\*\*\* Asadura = pulmones, hígado y corazón.

Tabla 2. Comercialización de los productos no cárnicos de los bovinos sacrificados en el rastro TIF146 en el municipio de Durango, Dgo.

Productos no cárnicos	Peso	*Costo/kg (\$)	Total (\$)
Vísceras (kg)	18.77	2,50	46,92
Asadura (kg)	21.66	15.0	324,9
Cabeza (kg)	20.26	15.0	303,9
Piel (kg)	40.92	20.0	818,4
Rumen vacío (kg)	13.96	20.0	279,2
<b>Total</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>1,773.3</b>

\*Precios consultados al 19 de junio de 2014

\*\* Asadura = pulmones, hígado y corazón

Tabla 3. Correlaciones entre peso, sexo y productos no cárnicos en ganado bovino lechero

	<b>Peso</b>						
<b>Sexo1</b>	** .526						
	.002						
<b>CC</b>	** .868	** .667					
	.000	.000					
<b>Viscera</b>	**1.000	** .526	** .868				
	.000	.002	.000				
<b>Asadura</b>	**1.000	** .526	** .868	**1.000			
	.000	.002	.000	.000			
<b>Cabeza</b>	** .998	** .524	** .866	** .998	** .998		
	.000	.002	.000	.000	.000		
<b>Piel</b>	**1.000	** .526	** .868	**1.000	**1.000	** .998	
	.000	.002	.000	.000	.000	.000	
<b>*Rumen</b>	**1.000	** .526	** .868	**1.000	**1.000	** .998	**1.000
	.000	.002	.000	.000	.000	.000	.000

\*Rumen vacío      \*\* Correlación significativa 0.      \*\*\* Asadura = pulmones, hígado y corazón

### **CONCLUSIONES**

La raza Holstein, contribuye al aporte de carne de calidad en el mercado y tiene un rendimiento en canal de aceptable a bueno, de acuerdo al peso y sexo. La venta de los productos no cárnicos representa un ingreso significativo para el introductor lo que contribuye a la necesidad de una revaloración del proceso compra-venta de este tipo de animales.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Carballo J.A. y T. Moreno. 2006. Características cuantitativas de las canales de vacas de desecho en Galicia; Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apdo. 10. 15080 A Coruña. España.
- Maldonado. E.O., Gallegos H.M.P., Galindo V.C.F., Malacara S.F.M., Rodríguez C.P. 2013. Causas de desecho en ganado bovino lechero en una región del noreste de México. Congreso nacional de Buitrea XXXVII. Acapulco, Guerrero. México. pp 362.
- Di Marco Oscar N. 2006. Rendimiento de Res. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA-Fac.Scs Agrarias. Unidad integrada Balcarte. Buenos Aires, Argentina.
- McGee. M., M.G. Keane., R. Neilan., A.P. Moloney and P.J. Caffrey. 2005. Production and carcass traits of high dairy genetic merit Holstein, standard dairy genetic merit Friesian and Charolais x Holstein- Friesian male cattle. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*.44: 215–231
- McGee. M., M.G. Keane., R. Neilan., A.P. Moloney and P.J. Caffrey. 2008. Non-carcass parts and carcass composition of high dairy genetic merit Holstein, standard dairy genetic merit Friesian and Charolais x Holstein- Friesian steers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*.47: 41-51
- Minchin .W., F. Buckley., D. A. Kenny., M.G. Keane., L. Shalloo and M. O`Donovan. 2009. Prediction of cool cow carcass characteristics from live weight and body condition score measured pre slaughter. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 48: 75-86
- SPSS. 2013. Statistical Program for Social Sciences. Versión 15.
- Vitela Mendoza Irene., Cruz-Vázquez Carlos., Ramos Parra Miguel. 2004. Identificación de las causas de desecho en cinco establos lechero de Aguascalientes, México. Instituto Tecnológico Agropecuario de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. México. 42(3): 437-444
- Zea J., M.D. Díaz y J.A. Carballo. 2007. Efecto de la raza, sexo y alimentación en la calidad de la canal de vacuno. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Universidad de Córdoba, España.

## **CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINOS FINALIZADOS A BASE DE FORRAJE Y GRANO SECO DE DESTILERÍA**

**\*Esperanza Herrera Torres, Manuel Murillo Ortiz, Guadalupe Villareal Rodríguez,  
Luis Antonio Rueda Ibarra**

\*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera al Mezquital km 11.5. Durango, Dgo.Mex. [heto99@yahoo.com.mx](mailto:heto99@yahoo.com.mx).

### **INTRODUCCIÓN**

Los programas de alimentación de bovinos tienen como objetivo lograr que los animales lleguen a un peso óptimo en un menor período de tiempo. Estos programas representan el factor más costoso en la engorda de bovinos (Kalscheur y García, 2004) debido a que *la alimentación es a base de granos y concentrados*. Sin embargo, hoy en día también se proporcionan dietas con altas cantidades de forrajes los cuales son la base de la producción ganadera, ecológica y natural. Además, es la forma de producir productos de origen animal más sanos (Bech-Larsen y Grunert, 2003). En diversos estudios científicos se ha encontrado que la calidad de la carne y la vida de anaquel se han mejorado cuando el ganado bovino es finalizado con dietas altas en forraje (O'Sullivan *et al.*, 2002; Gatellier *et al.*, 2005).

Por otro lado, con el auge de la industria de los biocombustibles, la producción de los residuos de destilería de granos se ha incrementado, de tal manera que la inclusión de estos residuos en dietas para ganado bovino se ha convertido en una práctica cotidiana. Se ha encontrado que la incorporación de grano seco de destilería (GSD) con solubles en dietas de bovinos reducen los costos de alimentación ya que se consideran una excelente fuente de proteína, energía, fósforo y otros nutrientes (Klopfenstein *et al.*, 2008). Sin embargo, no hay trabajos que reporten el efecto del GSD en dietas altas y bajas en forraje para bovinos en la calidad de la carne de bovinos en engorda. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad de la carne de becerros alimentados con GSD en dietas altas y bajas en forraje.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Área de estudio.** La prueba de alimentación se realizó en un corral de engorda ubicado en el km 10.5 de la carretera Durango-Parral ubicado a 23 ° 51' N y 104 ° 1 5' O a 1730 msnm. Con una temperatura y precipitación media anual de 17.5 °C y 450 mm respectivamente (INEGI, 2004). Los análisis de laboratorio se llevaron a cabo en el Laboratorio de Posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.



**Animales y dietas experimentales.** Para determinar la calidad de la carne se utilizaron 16 canales provenientes de becerros Angus x Beef master de  $350 \pm 20$  kg PV, los cuales fueron vacunados, desparasitados, y vitaminados. Enseguida, se distribuyeron en 4 grupos de 4 animales y se alojaron en corraletas individuales provistas de bebederos y comederos para asignarles una de cuatro dietas experimentales cuya composición se muestra en la Tabla 1. Las dietas se proporcionaron a las 0800 h y 1600 h y se formularon para cubrir los requerimientos de proteína y energía de bovinos en crecimiento-finalización (NRC, 2000). Las dietas y los rechazos se pesaron diariamente. El consumo se ajustó al 2.6 % del PV de los animales (Zinn *et al.*, 2000). Después de los 120 d de alimentación los becerros fueron pesados y sacrificados en el rastro TIF de la Unión Ganadera Regional de Durango. El sacrificio se realizó mediante aturdimiento con pistola de perno cautivo, posteriormente se cortó la yugular para el sangrado. Las canales fueron cortadas longitudinalmente y se tomó una muestra de carne de la canal fría a la altura de la 12<sup>a</sup> costilla 24 horas después del sacrificio, de acuerdo a las normas establecidas por la USDA (Kempster *et al.*, 1982).

**Análisis químicos.** A las muestras de carne y de los ingredientes de las dietas se les determinó el contenido de materia seca (MS), Proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) de acuerdo a los procedimientos establecidos por AOAC (1994).

**Análisis estadístico.** Las variables de la calidad de la carne fueron analizadas con un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 X 2. En el análisis de la información se utilizó el procedimiento GLM de SAS (2003).

Tabla 1. Composición química y proporción de las dietas experimentales

	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Heno de alfalfa (%)	35	35	65	65
GSD (%)	0	15	0	15
Harinolina (%)	19.0	8.0	11.0	0
Maíz rolado (%)	45.5	41.5	23.5	19.5
Mezcla mineral (%)	0.5	0.5	0.5	0.5
Composición Nutricional (BS)				
ENm (Mcal/Kg)	1.5	1.3	1.4	1.3
ENg (Mcal/Kg)	0.977	0.722	0.966	0.725
TND (%)	70.1	64.0	69.0	59.6
PC (%)	17.2	17.0	17.1	17.0
EE (%)	2.30	2.70	2.80	2.13
FDN (%)	40.28	40.24	50.03	52.40
Ca (%)	0.72	0.64	1.1	1.1
P (%)	0.49	0.41	0.36	0.33

Grano seco de destilería (GSD); Energía neta mantenimiento (ENm); Energía neta de ganancia (ENg); Total de nutrientes digestibles (TDN); Proteína cruda (PC); Extracto etéreo (EE); Fibra detergente neutra (FDN); calcio (Ca) y Fosforo (P).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se presentaron interacciones entre el nivel de forraje y GSD en el contenido de MS, PC, EE y C ( $P < 0.05$ ) de la carne de los bovinos alimentados con las dietas experimentales. Por lo tanto, solo se muestra el efecto de los tratamientos sobre estas variables (Tabla 2). El mayor contenido de grasa encontrada en el músculo *longissimus dorsi* de los bovinos finalizados con las dietas de este experimento fue 1.24% menor al reportado por Dinh *et al.* (2010) en novillos alimentados con una dieta con 13 g de proteína. Mientras que, Aharoni *et al.* (2004) registraron un 20.7 % de proteína y 1.5% de cenizas en novillos alimentados con dietas con diferentes niveles de forraje. Sin embargo, Dinh *et al.* (2010) reportaron cantidades de 21.3 % de PC en la carne de novillos alimentados con diferentes dietas. Las diferencias observadas en este estudio en las variables relacionadas con la calidad de la canal podrían ser una respuesta a los diferentes niveles de forraje y GSD administrados en las dietas experimentales. Probablemente se explican a partir de la disponibilidad de almidón en el concentrado y el GSDS, puesto que la baja disponibilidad de almidón en el GSD afecta principalmente la deposición de grasa y el AOC (Larson *et al.*, 1993).

Tabla 2. Composición química de la carne de novillos alimentados con dietas altas y bajas en forraje

(%)	T1	T2	T3	T4	EEM
Materia seca	27.9	28.1	27.5	27.0	0.16
Proteína cruda	19.7	19.9	19.5	19.6	0.52
Extracto etéreo	1.2	1.5	1.3	1.3	0.36
Cenizas	4.8	4.7	4.6	4.9	0.86

## CONCLUSIONES

La calidad de la carne no fue afectada por los diferentes niveles de forraje ni el grano seco de destilería. Los resultados obtenidos en este estudio confirman que el empleo de GSD en dietas altas y bajas en forrajes son controversiales, por lo que se recomienda seguir evaluando diferentes niveles de GSD y forraje.

## BIBLIOGRAFIA

- Aharoni Y, Orlov A, Brosh A. 2004. Effects of high-forage content and oilseed supplementation of fattening diets on conjugated linoleic acid (CLA) and trans fatty acids profiles of beef lipid fractions. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 117:43-60.
- AOAC. 1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32: 24-32.
- Bech-Larsen T, Grunert KG. 2003. The perceived healthiness of functional foods. A conjoint study of Danish, Finnish and American consumers' perception of functional foods. *Appetite* 40:9-14.
- Dinh TT, Blanton NJC, Miller MF, Thompson LD. 2010. Intramuscular fat and fatty acid composition of longissimus muscle from divergent pure breeds of cattle. *J. Anim. Sci.* 88:756-766.
- Gatellier P, Mercier Y, Juin H, Renner M. 2005. Effect of finishing mode (pasture—or mixed-diet) on lipid composition, color stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Sci.* 69:175-186.
- INEGI (2004) Cuaderno Estadístico Municipal, Durango. Estado de Durango. México
- Kalscheur KF, García AD. 2004. Use of by-products in growing dairy heifer diets. *Extension Extra*, South Dakota, State University. Ex 4030. p.3
- Kempster T, Cuthbertson A, Harrington G. 1982. Carcase evaluation In *Livestock Breeding, Production and Marketing*. Mackays of Chatham, Kent. Gran Bretaña. 306 pp.
- Klopfenstein TJ, Erickson GE, Bremer VR- 2008. Board-Invited Review: Use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. *J. Anim. Sci.* 86:1223.
- Larson EM, Stock RA, Klopfenstein TJ, Sindt MH, and Huffman RP. 1993. Feeding value of wet distillers byproducts for finishing ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:2228-2236
- NRC 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Seventh Revised Edition, 1996. National Academy Press. Washington, D.C.
- O'Sullivan A, O'Sullivan K, Galvin K, Moloney AP, Troy DJ, Kerry JP. 2002. Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality. *J. Anim. Sci.* 80:1556-1563.
- SAS. 2009. *SAS User's Guide (Release 9.1)*: SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Zinn RA, Gulati SK, Plascencia A, Salinas J. 2000. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 78: 1738-1746.

## **CONSUMO DE AGUA CLORADA EN INVIERNO EN BECERRAS LECHERAS HOLSTEIN FRIESIAN**

**González Avalos Ramiro<sup>1\*</sup>, González Avalos José<sup>2</sup>, Chaidez Martínez Miguel Ángel<sup>3</sup>, Peña Revuelta Blanca Patricia<sup>4</sup>, Pérez Reboloso Elizabeth<sup>1</sup>, Macías Ortiz Edgar Jesus<sup>1</sup>, Núñez González Lilia Esmeralda<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>UAAAN, Torreón, Coahuila, <sup>2</sup>ICAP-UAEH, Tulancingo, Hidalgo, <sup>3</sup>Consultor privado, <sup>4</sup>UAAAN, Saltillo, Coahuila, <sup>5</sup>UAN, Xalisco, Nayarit \*[jaliscorga@gmail.com](mailto:jaliscorga@gmail.com)

### **INTRODUCCIÓN**

El agua es esencial en muchos procesos bioquímicos en el cuerpo, juega un papel fundamental en la regulación de la temperatura del cuerpo y la presión osmótica (Davis y Drackley, 1998). Las becerras reciben agua de la leche, de otros alimentos y del agua libre. La leche o el sustituto de leche no constituyen agua extra. Por consiguiente, la alimentación no deberá ser interpretada como fuente de suficiente consumo de agua. El agua también se obtiene de la oxidación de los tejidos de alimentos y del cuerpo. Hay diversos factores que influyen sobre la cantidad de agua requerida por los animales, tales como: raza, edad, estado fisiológico; temperatura, humedad ambiental, velocidad del viento, contenido de proteínas e hidratos de carbono de la dieta e ingestión de sales. Los factores que más modifican el consumo de agua son la temperatura ambiente y el tipo de alimento (Cseh, 2004).

El suministro de agua de calidad adecuada, con características fisicoquímicas y microbiológicas idóneas es esencial para la salud óptima del ganado y por consiguiente, indispensable para optimizar la producción (McDonald *et al.*, 2002). La ingesta de agua de baja calidad determina pérdida de estado en los animales, falta de apetito, trastornos digestivos, reducción en la producción láctea, alteración en la reproducción y en los casos más extremos hasta la muerte. No obstante, en la práctica, es difícil determinar cuáles son las características que debe reunir el agua de bebida, ya que los animales suelen acostumbrarse con el paso del tiempo a determinada calidad de agua. El agua *per se* no es tóxica. Los efectos tóxicos o nutricionales de la misma son debidos al tipo de sales disueltas en el agua, a su concentración, forma iónica y comportamiento fisiológico (Cseh, 2004).

Una herramienta útil para elevar la calidad del agua es la utilización de cloro; este es el desinfectante más comúnmente usado, es económico y efectivo a bajas concentraciones (LeJeune *et al.*, 2001). Por lo antes expuesto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el consumo de agua clorada, en becerras lecheras Holstein Friesian.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó, del 01 de diciembre del 2013 al 30 de enero del 2014, en un establo del municipio de Torreón, en el Estado de Coahuila de Zaragoza; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura entre 1000 y 2500 msnm, entre los paralelos 25° 42' y 24° 48' N y los meridianos 103° 31' y 102° 58' O (INEGI, 2009).

Para observar el consumo de agua clorada se seleccionaron 42 becerras de manera aleatoria, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Inmediatamente después del nacimiento las becerras recibieron calostro 2 L por toma. Posteriormente los animales fueron alimentados diariamente con 4 L de sustituto de leche (Cuadro 1) con una toma al día, hasta el día 45 de vida; el sustituto fue reconstituido utilizando agua clorada. La concentración de cloro utilizada en el agua fue de 5 ppm.

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 UI kg <sup>-1</sup>
Vitamina D3	6,000 UI kg <sup>-1</sup>
Vitamina E	450 UI kg <sup>-1</sup>
Virginiamicina	80 mg kg <sup>-1</sup>
Oxitetraciclina	162 mg kg <sup>-1</sup>
Sulfato de Neomicina	124 mg kg <sup>-1</sup>

\* Basado en el análisis del fabricante Hi-bloom

\*\* No se encuentra especificado en la ficha técnica del producto

Se les ofreció agua a libre acceso a partir del primer día de vida, se suministraron dos tomas durante el día: 8 de la mañana y 3 de la tarde, para medir el consumo se utilizó una jarra graduada de plástico de 5 L (dimoba ®) durante la noche no se retiró el agua. El análisis estadístico se realizó mediante estadística descriptiva.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En relación a los resultados obtenidos en el consumo de agua clorada en las becerras Holstein (Cuadro 2) se observó un consumo promedio de 2.6 L. Quigley (2001), observó consumos de agua entre 0 y 11 L con un consumo medio diario de 2.5 L en becerros.

Cuadro 2. Consumo de agua clorada de becerras Holstein Friesian.

	L por día	L por lactancia
Promedio	2.6	110
Máxima	6.6	277.5
Mínima	1.1	47.4

Ventura (2006), observa un incremento en el consumo de agua tratada con osmosis inversa vs agua de pozo, este tratamiento se realiza para mejorar la calidad del agua. Generalmente las aguas que se suministran en ganadería, además de no estar libres de agentes infectantes, como bacterias, suelen contener sólidos en suspensión, dureza elevada y pH no adecuados, por lo que antes de aplicar los desinfectantes resulta imprescindible condicionar el agua. Estos pre-tratamientos suelen ser: filtración, floculación, osmosis inversa, descalcificación, regulación del pH (Llena, 2011).

Respecto al consumo diario de agua (Figura 1) se observa un consumo mínimo de 1.1 y una máxima de 6.6 L. Adams y Sharpe (1995), observaron consumos de agua en crías de un mes de vida de 4.92 a 7.57 litros y en animales de dos meses, consumos de 5.67 a 9.08 L.

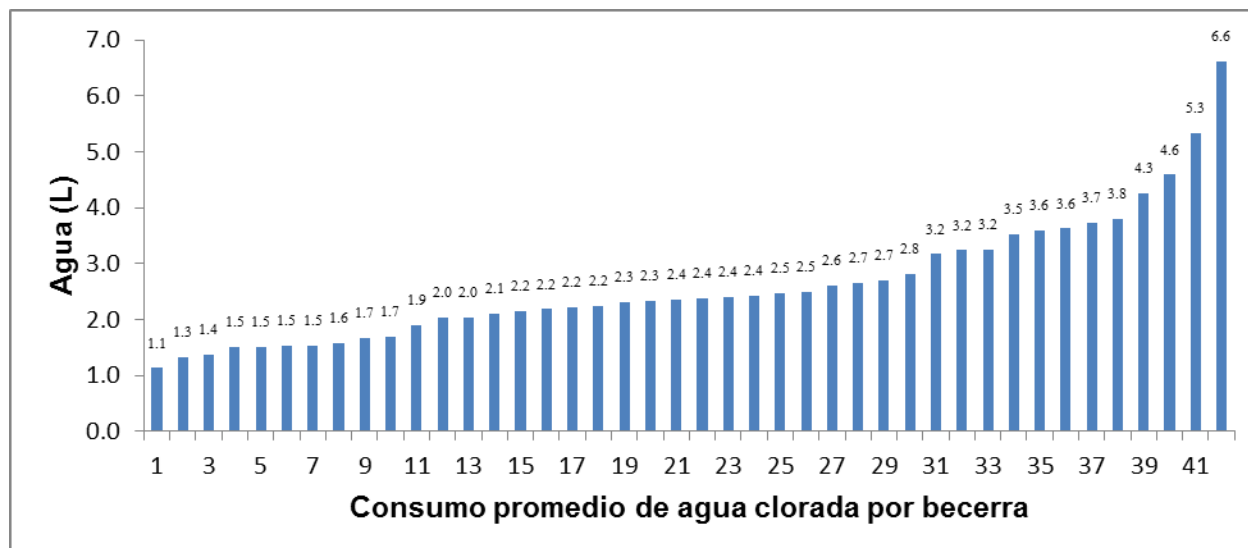


Figura 1. Consumo diario de agua clorada por becerra durante el experimento.

Cabe señalar que en el presente experimento se midió el consumo del agua hasta el día 45 de vida, que es cuando se realizó el destete. En un estudio donde se utilizó saborizantes en el agua, Waldner y Looper (2007) observaron consumos de agua que oscilan desde 0.92 a 1.09 L en el consumo medio de agua. Existe un gran número de factores que afectan al consumo de agua, los dos más importantes son la temperatura ambiente y el consumo del concentrado iniciador.

Las temperaturas máximas y mínimas diarias tienen un efecto significativo sobre el consumo del agua; observamos las temperaturas ambientales máximas y mínimas diarias registradas (Figura 2). La temperatura máxima osciló entre los 11.1 y los 30.9 °C, y la mínima entre -0.7 15.9 °C, la temperatura media fue de 13.6 °C. Por lo tanto, los animales estuvieron varios días en un rango neutral de temperatura, aunque podemos considerar que en la menor parte del tiempo que duró el experimento se encontraron en una situación de estrés por frío. Waldner y Looper, (2007) estimaron los requerimientos de agua de becerras en desarrollo con aproximadamente 90 kg de peso, a temperatura de 4.4, 15.5 y 26.6 °C sus requerimientos fueron de 7.57, 9.08 y 12.49 L respectivamente.

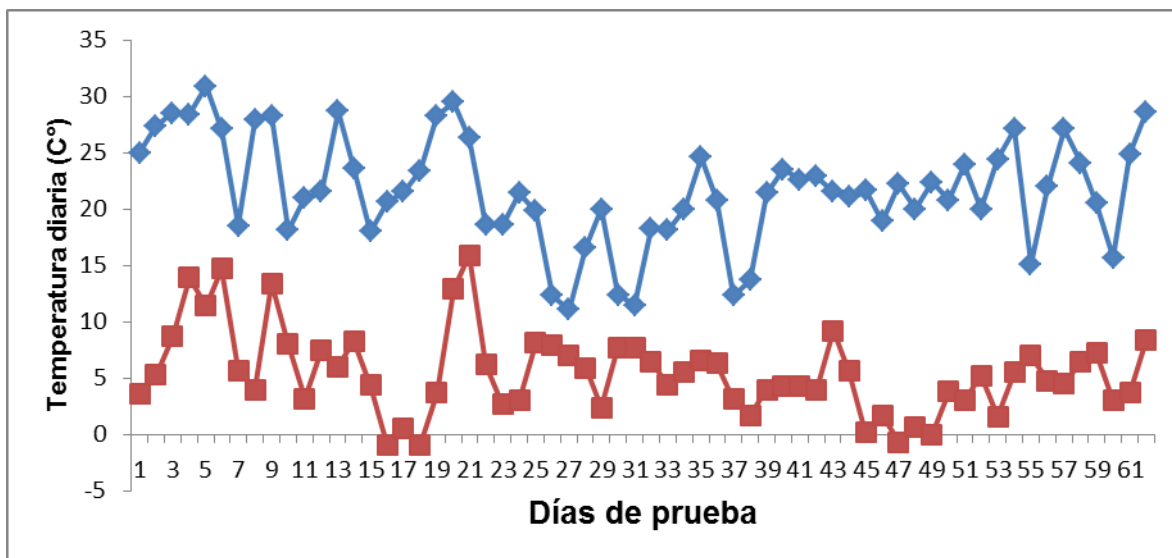


Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas medias diarias durante el experimento.

Un factor importante en la producción de becerras es el agua, se requiere más investigación para lograr comprender el impacto que tiene el proporcionar agua de calidad a las crías sobre el crecimiento y desarrollo de las mismas.

## CONCLUSIONES

Respecto a los resultados obtenidos en el presente experimento, se concluye que las becerras lecheras consumen cantidades considerables de agua clorada aún y cuando se presenten temperaturas por debajo de los 5 °C.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, S. R. y E. W. Sharpe. 1995. Water intake and quality for dairy cattle. Penn State. College of Agricultural Sciences. DAS 95-8 <<http://www.das.psu.edu/teamdairy/>> [Consulta: 23 de marzo de 2013]
- Cseh, S. B. 2004. El agua y su importancia para los bóvidos. Dpto. P. Animal INTA Balcarce [en línea]. <[http://www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic\\_bov/100/0100/bov0100.htm](http://www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic_bov/100/0100/bov0100.htm)> [Consulta: 23 de marzo de 2014]
- Davis, C. L., y J. K. Drackley. 1998. The Development, Nutrition, and Management of the Young Calf. 1st ed. Iowa State Univ. Press, Ames.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05035.
- LeJeune, T. J., E. T. Besser, N. L. Merrill, D. H. Rice y D. D. Hancock. 2001. Livestock drinking water microbiology and the factors influencing the quality of drinking water offered to cattle. J. Dairy Sci. 84:1856-1862.



- Llena, J. M<sup>a</sup>. 2011. La calidad del agua y sus usos diferentes en ganadería. Selecciones Avícolas. pp. 31-35.
- McDonald, P., H. R. Edwards y D. F. J. Greenhalgh. 2002. Nutrition animal. 6<sup>a</sup> Edicion. Prentice-Hall. Edinburgh, England.
- Quigley J. 2001. Calf Note #77 Métodos de suministro de agua [en línea]. <<http://www.calfnotes.com>> [Consulta: 23 de febrero de 2014]
- Ventura, R. J. 2006. Calidad del agua en crianza de becerros Holstein. Tesis. Facultad de Zootecnia. Chihuahua, Chih., México.
- Waldner, N. D y M. L. Looper. 2007. Water for Dairy Cattle. Oklahoma State University. 4275-4 [en línea]. <<http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Version-7189/ANSI-4275web.pdf>> [Consulta: 28 de mayo de 2014]

## **CONSUMO DE CONCENTRADO INICIADOR EN BECERRAS LECHERAS SOMETIDAS A DIFERENTES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN LÍQUIDA**

**González Avalos Ramiro<sup>1\*</sup>, Pérez Reboloso Elizabeth<sup>1</sup>, González Avalos José<sup>2</sup>, Ramos Álvarez Juan Fancisco<sup>1</sup>, Florentino Bobadilla Guadalupe<sup>1</sup>, Fernández de la Cruz Aleida<sup>1</sup>, Peña Revuelta Blanca Patricia<sup>3</sup>, Núñez González Lilia Esmeralda<sup>4</sup>,**

<sup>1</sup>UAAAN, Torreón, Coahuila, <sup>2</sup>ICAP-UAEH, Tulancingo, Hidalgo, <sup>3</sup>UAAAN, Saltillo, Coahuila, <sup>4</sup>UAN, Xalisco, Nayarit. [jaliscorga@gmail.com](mailto:jaliscorga@gmail.com)

### **INTRODUCCIÓN**

Las becerras experimentan un cambio sorprendente desde que nacen hasta que son adultas. Uno de los cambios más extremos es el desarrollo del aparato digestivo. Al nacer, el rumen de la becerro es estéril, pequeño y no funcional. No obstante, tan solo unas semanas después, el rumen es el sitio principal de la fermentación y producción de energía (en forma de ácidos grasos volátiles) y proteína (como proteína microbiana) para el animal. El desarrollo de la becerro también le permite llegar al destete (Quigley, 2003).

La meta principal de cualquier programa de reemplazos debe ser criar y desarrollar animales que alcancen un tamaño y peso óptimo tempranamente para iniciar la pubertad, establecer la preñez y parir fácilmente a una edad adecuada y al menor costo posible (Beharka *et al.*, 1998). Sin embargo, la alimentación y prácticas de manejo en la crianza y desarrollo de becerras no son una prioridad en algunos establos lecheros de nuestro país y esto puede repercutir negativamente en la tasa de crecimiento de los animales y afectar su desempeño productivo y reproductivo.

El consumo de alimento iniciador es crítico para asegurar el crecimiento y el desarrollo adecuado del rumen durante los primeros meses de vida. Uno de los principales objetivos de la alimentación temprana de terneras es maximizar el desarrollo ruminal, para alcanzar la capacidad de utilizar y aprovechar los forrajes complementados con el alimento balanceado. Para alcanzar dicho desarrollo, el tracto gastrointestinal y específicamente el rumen, debe sufrir una serie de cambios anatómicos y fisiológicos que son estimulados o acelerados por el tipo de dieta (Suárez *et al.* 2007). Esto tiene que ver directamente con la producción de ácidos grasos volátiles que resultan de la fermentación de materia orgánica en el rumen (Suárez *et al.* 2006). Butirato y en menor grado propionato, estimulan el desarrollo de la mucosa del rumen, principalmente por su uso como fuentes energéticas para el epitelio ruminal (Tamate *et al.* 1962). Así por ejemplo, los forrajes usualmente se utilizan poco o nada en las etapas tempranas, ya que disminuyen el consumo de materia seca y presentan bajas tasas de

fermentación, mientras que los alimentos balanceados son ampliamente utilizados (Nocek *et al.*, 1984), ya que permite un incremento en el consumo de materia seca y además suministran altas concentraciones de ácidos grasos volátiles requeridos para el desarrollo papilar óptimo (Suárez *et al.*, 2007). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue, determinar el consumo de concentrado iniciador en becerras lecheras bajo diferentes sistemas de alimentación líquida.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó, del 05 de mayo del 2014 al 30 de julio del 2014, en un establo del municipio de Torreón, en el estado de Coahuila de Zaragoza; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura entre 1000 y 2500 msnm, entre los paralelos 25° 42' y 24° 48' N y los meridianos 103° 31' y 102° 58' O (INEGI, 2009).

Para observar el consumo de concentrado se seleccionaron 60 becerras de manera aleatoria, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos quedaron como sigue: T1=57, T2=50 y T3=45 días en leche respectivamente. A las becerras del T1 se les suministraron 6 L de leche: 3 en la mañana y 3 en la tarde hasta el día 50 de vida, del 51 al 57 se alimentaron con 3 L por la mañana. Al T2: 3 L por la mañana y 3 L por la tarde hasta el día 50 de vida. Al T3: 3 L por la mañana y 3 L por la tarde hasta el día 45 de vida. En todos los tratamientos la primera toma de calostro tuvo lugar dentro de las 3 h después del nacimiento, posteriormente se les proporcionó una segunda 6 h posteriores a la primera. Las becerras se alimentaron con leche pasteurizada y se les ofreció agua a libre acceso a partir del segundo día de vida. El concentrado iniciador (Cuadro 1) se ofreció diariamente por la mañana y de ser necesario se servía por la tarde, para medir el rechazo del concentrado se utilizó una báscula electrónica digital (L-EQ 5, Torrey ®), el consumo del alimento se midió a partir del día 30 de vida de las becerras. Cada tratamiento constó de 20 repeticiones considerando a cada becerro como una unidad experimental.

Cuadro 1. Ingredientes del concentrado iniciador utilizado en la alimentación de las becerras.

Ingrediente		%
Humedad	Max.	13 %
Proteína Cruda	Min.	21.50 %
Grasa Cruda	Min.	3.00 %
Fibra Cruda	Max.	8.00 %
Cenizas	Max.	7.00 %

El análisis estadístico para estimar el consumo de concentrado iniciador se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Los análisis se ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se empleó el valor de  $P < 0.05$  para considerar diferencia estadística.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio (Figura 1) muestran que existe diferencia estadística ( $P < 0.001$ ) en el consumo de concentrado a favor del T3, en el cual el suministro de leche es hasta el día 45 de vida, resultados similares son reportados por Rodríguez *et al.* (2013) en un estudio donde a las becerras se les suministro 4 L de leche por un período de 60 días, observaron consumos de 1,600 a 1,700 g entre los días 57 a 60 de vida.

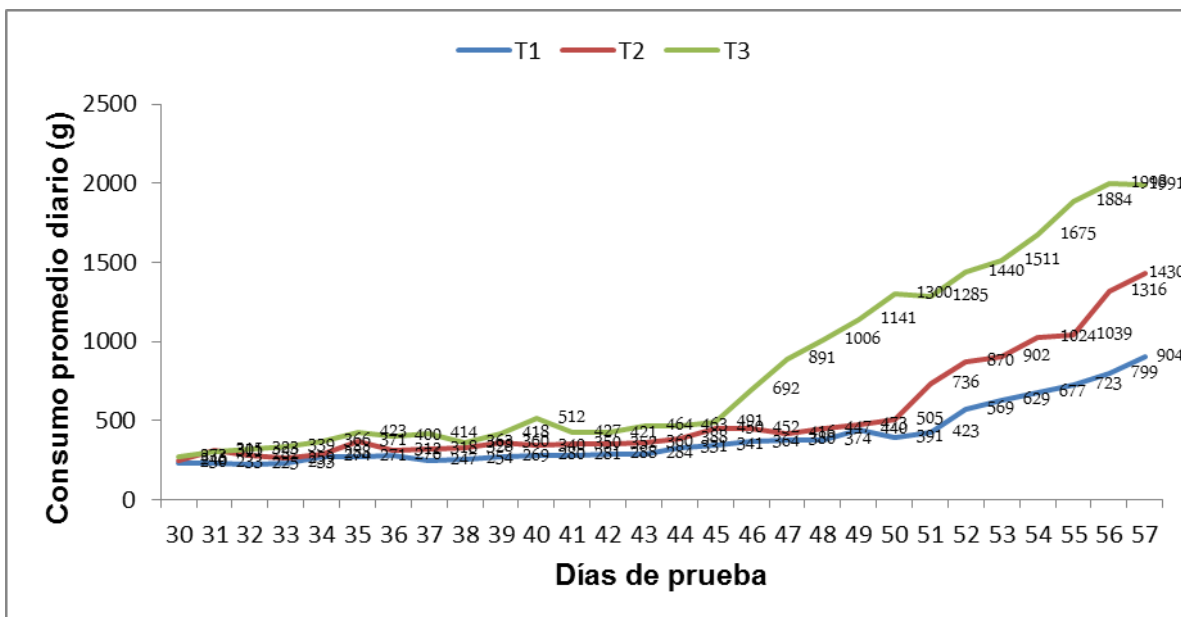


Figura 1. Consumo promedio diario de concentrado iniciador de becerras lecheras sometidas a diferentes sistemas de alimentación.

En relación al consumo total (Figura 2) el consumo mayor se observa en el T3=40 kg Rodríguez *et al.* (2013) observaron consumos de 46 kg a partir del día 2 hasta el 60 de vida, en becerras a las cuales se les suministro 4 L de leche por un período de 60 días.

Las becerras normalmente requieren un par de semanas para empezar a comer cantidades significativas del alimento iniciador. Pero eso no significa que no haya que ofrecer iniciador a las becerras durante las dos primeras semanas de vida. Consecuentemente, toma por lo menos dos semanas para que las becerras coman suficiente iniciador para desarrollar el rumen

suficientemente para que puedan ser destetadas. Si hay alguna interrupción en el consumo del iniciador, el desarrollo del rumen pueda atrasarse y la becerria podría no estar lista para el destete. También se les debe dar la oportunidad de consumir un iniciador de alta calidad, nutritivo y palatable (Quigley, 2001).

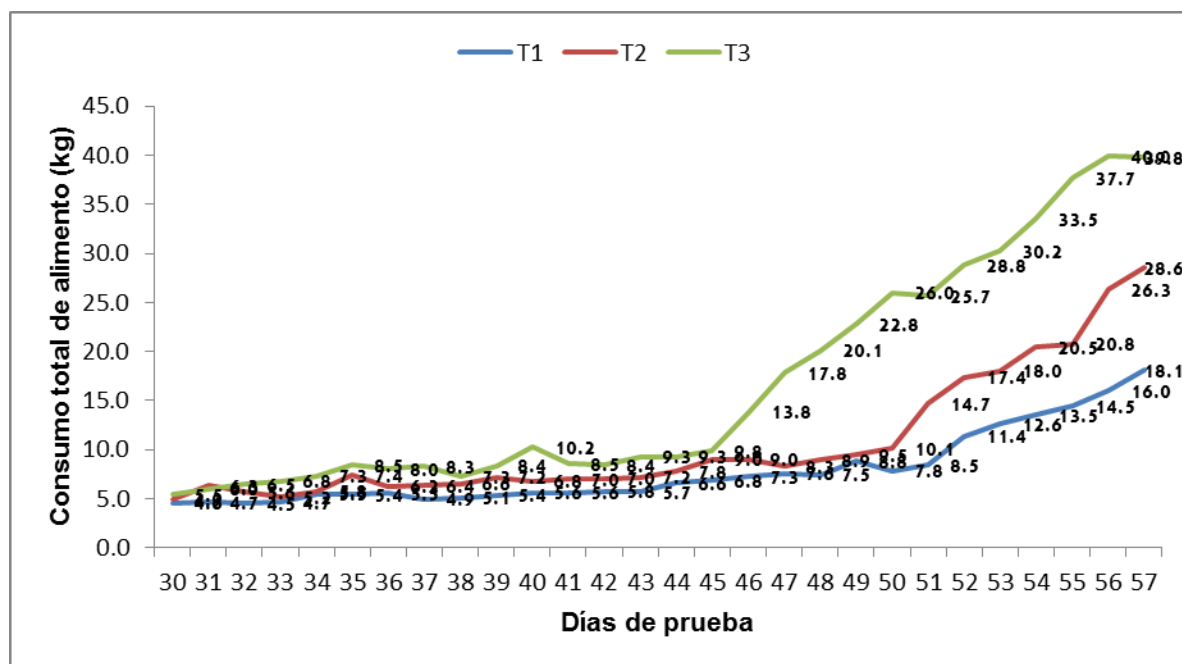


Figura 2. Consumo total de concentrado iniciador de becerras lecheras sometidas a diferentes sistemas de alimentación.

La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera. La alimentación en la vida temprana de la becerria 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 la becerria alcanza su edad adulta (Soberon *et al.*, 2012).

### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento, el consumo de alimento es mayor en las becerras que consumen menor cantidad de leche en su lactancia.

**BIBLIOGRAFIA**

- Beharka, A. A., T. G. Nagaraja, J. L. Morrill, G. A. Kennedy y R. D. Klemm. 1998. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 81:1946-1955.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Francisco I. Madero, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05009.
- Nocek, J. E., C. W. Heald y C. E. Polan. 1984. Influence of ration physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. *J. Dairy Sci.* 67:334-340.
- Olivares-Sáenz, E. 2012. Paquete de diseños experimentales. FAUANL. Versión 1.1 de prueba. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L., Mexico.
- Quigley, J. 2001. Calf Note #09 – When is a calf ready to wean? [en línea]<<http://www.calfnotes.com/>>[fecha de consulta 25 de julio 2013]
- Quigley, J. 2003. Desarrollo ruminal en becerras. [en línea]<<http://www.cigal.biz/desarrolloruminal.html>>[fecha de consulta 25 de marzo 2013]
- Rodríguez, H. K., J. N. Valenzuela, S. M. A. Salazar, H. G. Núñez y G. A. Villa. 2013. Ganancias diarias de peso de becerras Holstein durante la lactancia mantenidas bajo seguimiento del consumo de alimento concentrado. Memoria de la XXV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México.
- Soberon, F., E. Raffrenato, R. W. Everett y M. E. Van Amburgh. 2012. preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95:783-793.
- Suárez, B. J., C. G. Van Reenen, G. Beldman, J. van Delen, J. Dijkstra y W. J. J. Gerrits. 2006. Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: I. Animal performance and rumen fermentation characteristics. *J. Dairy Sci.* 89:4365-4375.
- Suárez, B. J., C.G. Van Reenen, N. Stockhofe, J. Dijkstra y W.J.J. Gerrits. 2007. Effect of Roughage Source and Roughage to Concentrate Ratio on Animal Performance and Rumen Development in Veal Calves. *J. Dairy Sci.* 90:2390-2403
- Tamate, H., A. MCGuilliard, N. Jacobson, y R. Getty. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.*, 45:408-420.

## EFEECTO DEL SELENIO Y VITAMINA B12 SOBRE LA TRANSFERENCIA PASIVA DE INMUNIDAD EN BECERRAS RECIEN NACIDAS HOLSTEIN FRIESIAN

Pérez Reboloso Elizabeth<sup>1\*</sup>, González Avalos José<sup>2</sup>, Macías Ortiz Edgar Jesus<sup>1</sup>, Peña Revuelta Blanca Patricia<sup>3</sup>, Núñez González Lilia Esmeralda<sup>4</sup>, González Avalos Ramiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UAAAN, Torreón, Coahuila, <sup>2</sup>ICAP-UAEH, Tulancingo, Hidalgo, <sup>3</sup>UAAAN, Saltillo, Coahuila, <sup>4</sup>UAN, Xalisco, Nayarit. [jalisorga@gmail.com](mailto:jalisorga@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

La transferencia de inmunidad pasiva, a través del calostro materno, es primordial para la salud y supervivencia de las becerras en las primeras semanas de vida. Elizondo-Salazar y Heinrichs (2009), mencionan que la alimentación con calostro es un paso crítico para elevar la salud de las becerras debido a la fisiología y metabolismo de la especie bovina. La placenta del bovino es de tipo epiteliochorial, esta circunstancia impide la transferencia de inmunoglobulinas (Ig) al feto durante la gestación; en consecuencia, el becerro nace sin Ig en la sangre lo que lo hace casi completamente dependiente de la absorción de Ig del calostro materno después del nacimiento. Para lograr el éxito de la transferencia pasiva de Ig, la becerro debe consumir una concentración suficiente de calostro de primera calidad y así poder continuar con una absorción exitosa en cantidad suficiente de estas moléculas dentro de la circulación (Godden, 2008).

La vitamina B12 es esencial en numerosas reacciones bioquímicas en la naturaleza, la mayoría de las cuales implican redistribución de hidrógenos o de carbonos, como por ejemplo: reducción de ribonucleótidos de algunas bacterias, biosíntesis de la metionina en mamíferos, isomerización del metilmalonato a succinato en mamíferos, isomerización del  $\beta$ metil aspartato a glutamato en *Clostridium tetanomorphum*, conversión de aldehídos en dioles en algunas bacterias (Forrellat *et al.*, 1999). La vitamina B12 no es producida ni por animales, plantas y levaduras, solo es producida por bacterias; algunas de estas se encuentran en el aparato digestivo de los animales que lo proveen de esta vitamina (Rodrigo, 2007).

El selenio (Se) ha atraído mucha atención recientemente en nutrición animal, incluyendo la nutrición humana (Allan *et al.*, 1999). El selenio tiene varios efectos *in vivo*, entre ellos se sabe que influye en la respuesta inmune en varias especies de animales a través de la activación de la fagocitosis por los neutrófilos, aumento de la producción de anticuerpos y mejora la proliferación de linfocitos (Spears, 2000). Debido a que las becerras regularmente nacen con deficiencia de Se, la alimentación después de su nacimiento con el mismo, es una técnica importante para la promoción del desarrollo de su propio sistema inmune y promover así un crecimiento saludable.

(Kamada *et al.*, 2007). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del suministro de Se y vitamina B12 sobre la transferencia pasiva de inmunidad en becerras recién nacidas Holstein Friesian.

### **MATERIALES Y METODOS**

El estudio se realizó, del 03 de diciembre del 2013 al 30 de enero del 2014, en un establo del municipio de Torreón, en el Estado de Coahuila de Zaragoza; éste se encuentra localizado en la región semi-desértica del norte de México a una altura entre 1000 y 2500 msnm, entre los paralelos 25° 42' y 24° 48' N y los meridianos 103° 31' y 102° 58' O (INEGI 2009).

Se utilizó el calostro de primer ordeño de vacas Holstein Friesian dentro de las primeras 24 h después del parto. Inmediatamente después de la colecta, se determinó la densidad de este producto, utilizando un calostrómetro (Biogenics Inc., Mapleton, Or., USA ®), a una temperatura de 22 °C al momento de la medición. El calostro con densidad 75 mg ml<sup>-1</sup> de Ig se colocó en biberones (2 l por biberón) hasta su suministro a las crías, el calostro se refrigeró a 2°C.

Para observar el efecto del selenio y la vitamina B12 sobre la transferencia de inmunidad pasiva se seleccionaron 48 becerras de manera aleatoria, las cuales fueron separadas de la madre al nacimiento y alojadas individualmente en jaulas de madera previamente lavadas y desinfectadas. Los tratamientos quedaron como sigue: T1=0 ml, T2=1 ml, T3=2 ml y T4=3 ml respectivamente. La aplicación del producto con selenio y vitamina B12 se realizó dentro de los primeros 10 min posteriores al nacimiento por vía subcutánea. Se suministraron 3 l por toma de calostro con densidad de 75 mg ml<sup>-1</sup> en todos los tratamientos. Además, la primera toma de calostro tuvo lugar en promedio dentro de las 1.5 h después del nacimiento, posteriormente se les proporcionó una segunda toma (2 l) 6 h posteriores a la primera. Cada tratamiento constó de 12 repeticiones considerando a cada becerro como una unidad experimental.

Entre las 24 y 48 h de vida se obtuvo una muestra de sangre de la vena yugular 5.0 ml de cada becerro 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<sup>-1</sup> de proteína sérica) se empleó como variable de la transferencia de inmunidad pasiva hacia las becerras. El análisis estadístico de la concentración de proteína sérica se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Los análisis se ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012). Se empleó el valor de P < 0.05 para considerar diferencia estadística.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para la transferencia pasiva de inmunidad (Cuadro 1) nos indican diferencia estadística  $P < 0.04$  a favor del tratamiento 2, el resultado de los tratamientos restantes se observa por arriba del promedio en la transferencia exitosa de inmunidad, con un incremento mayor en los T3 y T4. Se considera  $>5.5 \text{ g dl}^{-1}$ , una transferencia exitosa de inmunidad pasiva;  $5.0$  a  $5.4 \text{ g dl}^{-1}$ , una transferencia medianamente exitosa y  $<5.0 \text{ g dl}^{-1}$ , una transferencia incompleta de inmunidad pasiva (Quigley, 2001).

Cuadro 1. Proteína sérica en suero sanguíneo en becerras Holstein tratadas con selenio y vitamina B12.

Tratamientos	1	2	3	4
$\text{g dl}^{-1}$	7.2 b	8.0 a	7.7 ab	7.6 ab

La medición de la proteína sérica en suero mediante el refractómetro como estimación de la concentración de inmunoglobulina en suero es una prueba sencilla para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva. McGuirk y Collins (2004), sugieren que una meta sería  $\geq 80\%$  de las becerras sometidas a la prueba con el refractómetro alcancen o superen el punto de referencia ( $5.5 \text{ g dl}^{-1}$ ) de proteína sérica. Los resultados que se observan en el presente estudio (Figura 1) nos muestran que todas las crías obtuvieron una transferencia exitosa de inmunidad.

Estos resultados se pueden asociar al consumo de las dos primeras tomas de calostro, éstas se suministraron durante las primeras 8 h de vida de las becerras, obteniendo así una mayor eficiencia de absorción de Ig. Johnson *et al.* (2007), observaron  $6.3 \text{ g dl}^{-1}$  en becerras de 48 h de vida después de haber suministrado 3.8 l de calostro pasteurizado, las mismas fueron alimentadas dentro de la primera y segunda h de vida. El principal factor que afecta la eficiencia de absorción de Ig es la edad de la becerro 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).

La absorción de una cantidad adecuada de Ig, a partir del calostro, es esencial para que las becerras puedan obtener inmunidad pasiva. Para que se obtenga una absorción adecuada de Ig, se requiere que la becerro sea capaz de absorber Ig del calostro lo cual dependerá del período de tiempo que transcurre entre el nacimiento y el suministro de este producto y que la

becerra consuma una cantidad suficiente de Ig, lo cual está determinado por la concentración de Ig en el calostro y la cantidad consumida (Jaster, 2005).

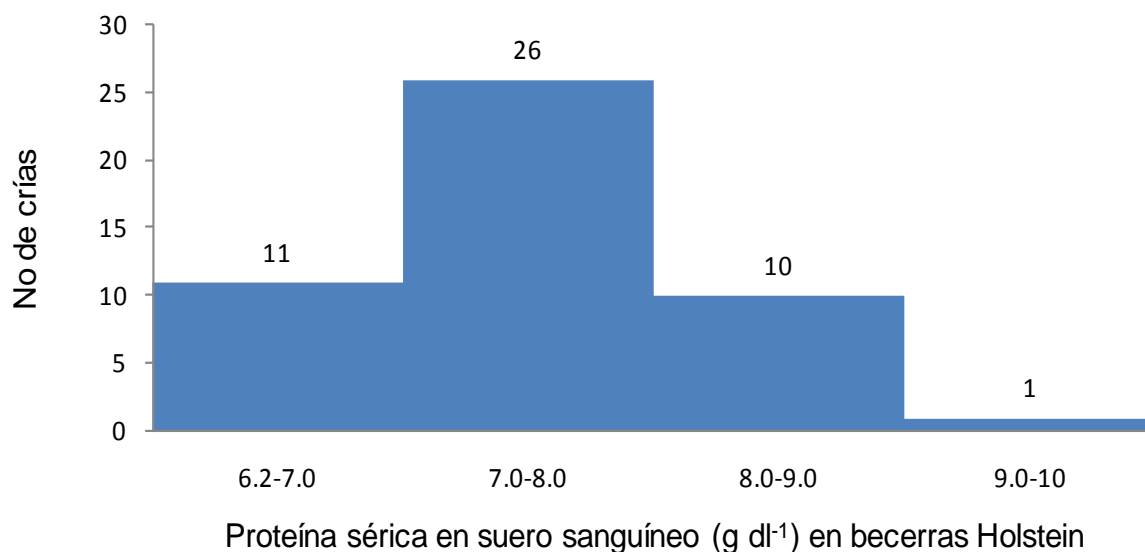


Figura 1. Histograma de los niveles de proteína sérica (g dl<sup>-1</sup>) en becerras Holstein tratadas con selenio y vitamina B12.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento la aplicación de Se y vitamina B12 puede aumentar la transferencia pasiva de inmunidad en las becerras recién nacidas. Las concentraciones de Se y vitamina B12 no tuvieron efectos negativos en las becerras.

## BIBLIOGRAFIA

- Allan, C. B., G. M. Lacourciere y T. C. Stadtman. 1999. Responsiveness of selenoproteins to dietary selenium. *Annu. Rev. Nutr.* 19:1-16.
- Besser, T. E., A. E. Garmedia, T. C. McGuire y C. C. Gay. 1985. Effect of colostral immunoglobulin G<sub>1</sub> and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *J Dairy Sci.* 68:2033-2037.
- Elizondo-Salazar, J. A. y A. J. Heinrichs. 2009. Feeding heat-treated colostrum to neonatal dairy heifers: Effects on growth characteristics and blood parameters. *J. Dairy Sci.* 92:3265-3273.
- Forrellat, B. M., H. I. Gómis y G. H du D. Défaix. 1999. Vitamina B<sub>12</sub>: metabolismo y aspectos clínicos de su deficiencia. *Rev. Cubana Hematol Inmunol Hemoter.* 15(3):159-74.
- Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Vet. Clin. Food Anim.* 24:19-39.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza.Clave geoestadística 05035.
- Jaster, E. H. 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. *J. Dairy Sci.* 88:296-302.
- Johnson, J. L., S. M. Godden, T. Molitor, T. Ames, and D. Hagman. 2007. Effects of feeding heat-treated colostrum on passive transfer of immune and nutritional parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 90:5189-5198.
- Kamada, H., I. Nonaka, Y. Ueda y M. Murai. 2007. Selenium addition to colostrum increases immunoglobulin g absorption by newborn calves. *J. Dairy Sci.* 90:5665-5670.
- McGuirk, S. M. y M. Collins. 2004. Managing the production, storage and delivery of colostrum. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 20(3):593-603.
- Quigley, J. 2001. Calf Note #39.Using a refractometer. [en línea].<<http://www.calfnotes.com/pdf/CN039.pdf>>[Consulta: 12 de enero de 2014]
- Rodrigo, P. M<sup>a</sup> T. 2007. Vitamina B12 en el vegetarianismo. Criterios para su diagnostico. *Medicina Naturista.* Vol 1 - N° 2: 120-130.
- Spears, J. W. 2000.Micronutrients and immune function in cattle.*Proc. Nutr. Soc.* 59:587-594.

## **NITRÓGENO AMONIACAL Y UREICO EN BOVINOS SUPLEMENTADOS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN AGOSTADEROS DEL EJIDO ESCOBEDO, EL ORO, DURANGO, MÉXICO.**

**J. Santos Serrato Corona, Enrique Ocón Meráz, Edmundo Castellanos Pérez**

Facultad de Agricultura y Zootecnia – Universidad Juárez del Estado de Durango

### **INTRODUCCIÓN**

La explotación de ganado bovino bajo condiciones de agostadero se ve afectada por las sequías recurrentes y el mal manejo de los pastizales. El consumo de gramíneas con alto contenido de fibra y deficientes en proteína provoca pérdidas de peso debido a su lenta degradación ocasionando un bajo consumo voluntario. La suplementación con proteína soluble corrige el déficit de nitrógeno, aumenta la velocidad de degradación, la llegada de proteína verdadera al duodeno y el consumo de forraje (Soto y Reinoso, 2007). Los subproductos de destilería son una opción viable para bovinos que consumen forraje de baja calidad (Winterholler *et al.*, 2012). El NNP de la urea es mejor aprovechado al mezclarse con fuentes soluble de energía (Mathis *et al.*, 2003) como la melaza de caña de azúcar. Se realizó un experimento para evaluar el efecto de la suplementación con subproductos agroindustriales sobre la concentración de nitrógeno ureico y amoniacal en bovinos en agostadero.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se llevó a cabo en el poblado de Gral. Escobedo en el municipio del Oro en el estado de Durango México ubicado a 25.514327 N, -105.2446280 O a 1580 msnm (Google Earth, 2012). La precipitación pluvial anual promedio es de 585.5 mm (Instituto Nacional Para el Federalismo y el desarrollo Municipal, 2005), con una temperatura promedio anual de 17.6°C. El periodo experimental se inició el 3 de Marzo del 2013 y se terminó el 1 de Mayo del 2013, con una duración de 60 días. Se utilizaron 15 becerras encastadas de raza Charoláis con un promedio de 217±33.27 kg peso vivo, se tomaron pesos de las becerras al inicio y al final de la suplementación. Antes de empezar la suplementación las becerras se vitaminaron (complejo A, D y E) y desparasitaron interna y externamente (Ivercmentina). Las becerras fueron asignadas aleatoriamente a uno de tres tratamientos. El primer grupo de becerras fueron suplementadas con una mezcla de 30 % melaza, 40 % pollinaza, y 30 % acemite (MPAT). El segundo grupo de becerras fue suplementado con una mezcla de 30 % melaza, 40 % pollinaza, y 30 % de grano seco de destilería (MPGD) y el último grupo de becerras no recibieron suplemento (Control). El pastoreo se realizó en tres potreros de aproximadamente 6 ha por un periodo de 20 días en

cada potrero. La suplementación se realizó individualmente todos los días a las 08:00 h. Durante el periodo de pastoreo se realizó un muestreo de la vegetación para estimar producción de forraje. Durante el desarrollo del experimento se recolectaron muestras del forraje de los potreros, así mismo de los suplementos de MPAT y MPGD para determinar el contenido de MS, Cenizas, Proteína, FND y FAD. Al final del periodo experimental se recolectaron muestras de líquido ruminal (10 ml) vía sonda esofágica las cuales se acidificaron con 2 ml de ácido clorhídrico al 50%, posteriormente se almacenaron a -20 °C hasta su análisis. Doce horas antes de la recolección de las muestras se restringió el acceso al agua. Además, se recolectaron muestras de sangre para determinar la concentración de nitrógeno ureico extrayéndolas de la vena yugular por medio de tubos con vacío de 8 ml de capacidad, después se centrifugaron a 3,500 revoluciones por g por 20 minutos, el suero fue almacenado a -20 °C, hasta su análisis. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza según el diseño completamente al azar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante observación directa se pudo apreciar que el suplemento fue de gran aceptación por las becerras ya que en un periodo menor a 10 min consumieron 2 kg por cabeza. También se pudo apreciar mediante observación directa que los potreros mostraron una disminución de forraje conforme transcurría el experimento. El forraje consumido contenía 2.2 % Proteína y 70% de FND.

En el Cuadro 1 se muestra la composición química de los suplementos ofrecidos.

Cuadro 1. Composición química (%) de los suplementos ofrecidos en el experimento. Escobedo, Municipio del Oro, Durango.

Componente	Suplemento <sup>1</sup>	
	MPA	MPGD
Materia seca	95.7	92.0
Cenizas	33.7	33.7
FND	40.0	40.3
FAD	18.5	23.2
Proteína	11.6	15.4

<sup>1</sup>MPAT = suplemento 30% melaza, 40% pollinaza y 30 acemite de trigo, MPGD = suplemento 30% melaza, 40% pollinaza y 30 grano seco de destilería.

### Nitrógeno amoniacal en líquido ruminal.

La concentración de nitrógeno amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) en el líquido ruminal no fue diferente ( $P = 0.6978$ ) entre los diferentes tratamientos. Se encontraron concentraciones entre 2.8 a 2.9  $\text{mg dl}^{-1}$  de  $\text{N-NH}_3$  (Figura 1). La suplementación del ganado con fuentes nitrogenadas de alta solubilidad incrementa la disponibilidad de nutrientes para los microbios del rumen, en forma de amoníaco durante un periodo relativamente corto de tiempo. La aparente falta de respuesta a la suplementación sobre la concentración de nitrógeno amoniacal en el rumen pudo deberse a que la obtención de las muestras se realizó aproximadamente 48 h posterior a la suplementación. El  $\text{N-NH}_3$  es la fuente de N preferida por las bacterias celulíticas en el rumen (Hungate, 1966) y el mantenimiento de niveles adecuados de este compuesto es prioritario para optimizar la fermentación ruminal (Leng, 1990).

### Nitrógeno urea en suero sanguíneo.

La concentración de nitrógeno ureico en el suero fue igual en las becerras suplementadas que en aquellas del grupo control (Figura 2). Las becerras suplementadas con la mezcla MPAT registraron 5.6  $\text{mg dl}^{-1}$ , las que recibieron MPGD mostraron 5.0  $\text{mg dl}^{-1}$ , y las del grupo control registraron 5.2  $\text{mg dl}^{-1}$  ( $P = 0.66$ ). La aparente falta de respuesta a la suplementación sobre la concentración de nitrógeno ureico pudo deberse a que la obtención de las muestras se realizó aproximadamente 48 h posterior a la suplementación.

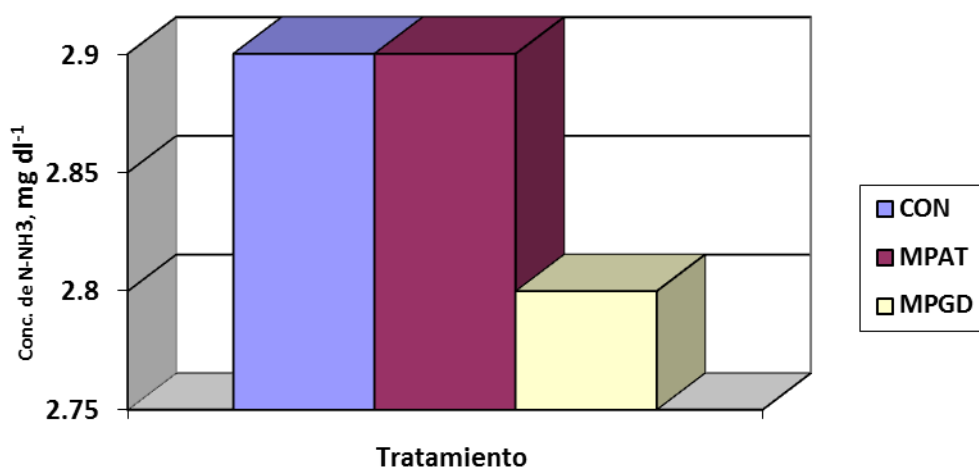


Figura 1. Concentración promedio de nitrógeno amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) en líquido ruminal de becerras suplementadas con melaza-pollinaza más acemite o grano de destilería. Escobedo, Municipio del Oro, Durango.

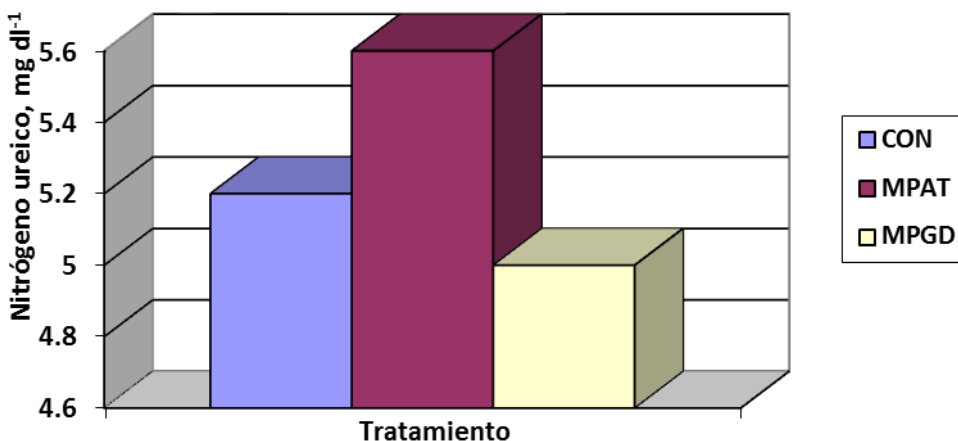


Figura 2. Concentración promedio de nitrógeno ureico en suero de becerras suplementadas con melaza-pollinaza más acemite o grano de destilería. Escobedo, Municipio del Oro, Durango.

Quando se pretende determinar la concentración de nitrógeno ureico es importante tomar en cuenta el momento del muestro ya que el pico en la concentración alcanza su mayor valor pocas horas después de la alimentación (Gustafsson y Palmquist, 1993). De acuerdo con Andrew y Hammond, (1998) podemos observar que la cuantificación de nitrógeno ureico en las becerras se encuentra por abajo del promedio que él nos indica. La posibilidad de utilizar el amoníaco permite a los microorganismos del rumen reciclar cantidades importantes de urea, provenientes del metabolismo intermediario del animal, como fuente de N, esta adaptación evolutiva de los rumiantes reduce efectivamente el mínimo de N requerido e incrementa el período de supervivencia de los animales subalimentados (Nolan y Dobos, 2005).

### CONCLUSIONES

No se apreció efecto de la suplementación sobre la concentración de nitrógeno amoniacal y nitrógeno ureico debido a que el muestreo de líquido ruminal y sangre se realizó aproximadamente 48 h después de la suplementación.

### BIBLIOGRAFIA

- Andrew, C. and A.C. Hammond. 1998. Use of BUN and MUN as Guides for Protein and Energy Supplementation in Cattle. Revista Corpoica. 2(2): 44- 48. USDA, ARS, Subtropical Agricultural Research Station, Brooksville Florida.
- Google Earth 2012. <http://www.google.com/intl/es/earth/download/ge/agree.html>
- Gustafsson, A.H. and D.L. Palmquist. 1993. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. J. Dairy Sci. 76: 475-484
- Hungate, R.E. 1966. The rumen and it's microbes. Academic press. New York. Pp 63-69.

- Instituto Nacional Para el Federalismo y el desarrollo Municipal. 2005. <http://www.inafed.gob.mx/work/conapred/index.html>
- Leng, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of poor- quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutr. Pres.Rev.*3:277-303.
- Mathis, C., Sawyer, J., and R. Waterman. 2003. Urea in range cattle supplements, New Mexico State University, College of Agriculture and Home Economics, Circular 583.
- Nolan, J.V. and R.C. Dobos. 2005. Nitrogen Transactions in Ruminants. In: *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. 2nd Edition. CAB International. Wallingford, UK. p. 137.
- Soto, C. y V. Reinoso. 2007. Suplementación Proteica en Ganado de Carne. Resúmen. *Rev. Soc. Vet. del Uruguay (Montevideo)* 42(167):27-34. DMTV, actividad privada. Manuel Oribe 389, Artigas, Uruguay.
- Winterholler, S. J., C. P. McMurphy, G. L. Mourer, C. R. Krehbiel, G. W. Horn and D. L. Lalman. 2012. Supplementation of dried distillers grains with solubles to beef cows consuming low-quality forage during late gestation and early lactation. *J. Anim. Sci.* 90:2014-2025.



---

---

## **CAMBIO DE PESO EN BOVINOS SUPLEMENTADOS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN AGOSTADEROS DEL EJIDO GRAL. ESCOBEDO, EL ORO, DURANGO, MÉXICO.**

**J. Santos Serrato Corona, Enrique Ocón Meráz, Edmundo Castellanos Pérez**

Facultad de Agricultura y Zootecnia – Universidad Juárez del Estado de Durango

### **INTRODUCCIÓN**

La explotación de ganado bovino bajo condiciones de agostadero se ve afectada por las sequías recurrentes y el mal manejo de los pastizales. El consumo de gramíneas con alto contenido de fibra y deficientes en proteína provoca pérdidas de peso debido a su lenta degradación ocasionando un bajo consumo voluntario. La suplementación con proteína soluble corrige el déficit de nitrógeno, aumenta la velocidad de degradación, la llegada de proteína verdadera al duodeno y el consumo de forraje (Soto y Reinoso, 2007). Los subproductos de destilería son una opción viable para bovinos que consumen forraje de baja calidad (Winterholler et al., 2012). El NNP de la urea es mejor aprovechado al mezclarse con fuentes soluble de energía (Mathis et al., 2003) como la melaza de caña de azúcar. Se realizó un experimento para cuantificar el cambio de peso en bovinos suplementados con subproductos agroindustriales.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se llevó a cabo en el poblado de Gral. Escobedo en el municipio del Oro en el estado de Durango México ubicado a 25.514327 N, -105.2446280 O a 1580 msnm (Google Earth, 2012). La precipitación pluvial anual promedio es de 585.5 mm (Instituto Nacional Para el Federalismo y el desarrollo Municipal, 2005), con una temperatura promedio anual de 17.6°C.

El periodo experimental se inició el 3 de Marzo del 2013 y se terminó el 1 de Mayo del 2013, con una duración de 60 días. Se utilizaron 15 becerras encastadas de raza Charoláis con un promedio de 217±33.27 kg peso vivo, se tomaron pesos de las becerras al inicio y al final de la suplementación. Antes de empezar la suplementación las becerras se vitaminaron (complejo A, D y E) y desparasitaron interna y externamente (Ivercmentina). Las becerras fueron asignadas aleatoriamente a uno de tres tratamientos. El primer grupo de becerras fueron suplementadas con una mezcla de 30 % melaza, 40 % pollinaza, y 30 % acemite (MPAT). El segundo grupo de becerras fue suplementado con una mezcla de 30 % melaza, 40 % pollinaza, y 30 % de grano seco de destilería (MPGD) y el último grupo de becerras no recibieron suplemento (Control). El pastoreo se realizó en tres potreros de aproximadamente 6 ha por un

periodo de 20 días en cada potrero. La suplementación se realizó individualmente todos los días a las 08:00 h. Durante el periodo de pastoreo se realizó un muestreo de la vegetación para estimar producción de forraje. Durante el desarrollo del experimento se recolectaron muestras del forraje de los potreros, así mismo de los suplementos de MPAT y MPGD para determinar el contenido de MS, Cenizas, Proteína, FND y FAD. Las vaquillas se pesaron antes de iniciar el experimento y al final para determinar el cambio de peso vivo. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza según el diseño completamente al azar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante observación directa se pudo apreciar que el suplemento fue de gran aceptación por las becerras ya que en un periodo menor a 10 min consumieron 2 kg por cabeza. También se pudo apreciar mediante observación directa que los potreros mostraron una disminución de forraje conforme transcurría el experimento. En el Cuadro 1 se muestra la composición química del forraje en los diferentes potreros. Se puede apreciar el bajo contenido de proteína y el alto porcentaje de fibras en forraje, contenido de nutrientes típico de forrajes durante la época de invierno en esta zona. En el Cuadro 2 se muestra la composición química de los suplementos ofrecidos.

Cuadro 1. Composición química (%) del forraje cosechado en los tres potreros de Escobedo, Municipio del Oro, Durango.

Componente	Potrero 1	Potrero 2	Potrero 3
Materia seca	97.8	97.7	98.0
Cenizas	6.1	5.7	7.5
FND	69.6	70.1	70.6
FAD	44.0	44.6	47.9
Proteína	2.4	2.7	2.0

Cuadro 2. Composición química (%) de los suplementos ofrecidos en el experimento. Escobedo, Municipio del Oro, Durango.

Componente	Suplemento <sup>1</sup>	
	MPA	MPGD
Materia seca	95.7	92.0
Cenizas	33.7	33.7
FND	40.0	40.3
FAD	18.5	23.2
Proteína	11.6	15.4

<sup>1</sup>MPAT = suplemento 30% melaza, 40% pollinaza y 30 acemite de trigo, MPGD = suplemento 30% melaza, 40% pollinaza y 30 grano seco de destilería.

### Cambio de peso corporal.

Las becerras que recibieron suplemento mostraron un ligero incremento de peso corporal, mientras que las becerras que no se suplementaron registraron una ligera pérdida de peso ( $P = 0.003$ ). Las becerras que recibieron MPAT mostraron un comportamiento similar a las que recibieron MPGD (Figura 1). La baja disponibilidad y calidad del forraje en el agostadero son dos de las principales causas de un bajo comportamiento en el ganado. En este experimento, considerando que la disponibilidad de forraje en el área de estudio fue de  $328.93 \text{ kg ha}^{-1}$  en el potrero 1,  $462.6 \text{ kg ha}^{-1}$  en el potrero 2,  $204.42 \text{ kg ha}^{-1}$  en el potrero 3, y que la necesidad estimada de materia seca para el ganado fue de  $6 \text{ kg por día}$ , se puede sugerir que la calidad del forraje pudo haber sido el factor limitante para estimular el aumento de peso, por lo que la adición de nutrientes por el suplemento pudo haber estimulado el consumo de forraje y la digestibilidad del mismo. De acuerdo con DelCurto y Hass (2000) existe información científica que demuestra una baja a negativa ganancia de peso vivo (PV) y una pérdida de condición corporal (CC) en ganado de carne alimentado con forraje de baja calidad, lo cual se atribuye al bajo consumo de nutrientes que se logran con este tipo de alimento. La suplementación proteica incrementa el consumo de este tipo de forraje debido a que aumenta su velocidad de digestión, la tasa de pasaje ruminal y el arribo de proteína verdadera al duodeno (Galyean y Goetsch, 1993), para que el plan de suplementación tenga un efecto positivo se necesitan dos factores fundamentales; el forraje debe ser de baja calidad, con alto contenido en fibra y bajo en proteína (Allden, 1981).

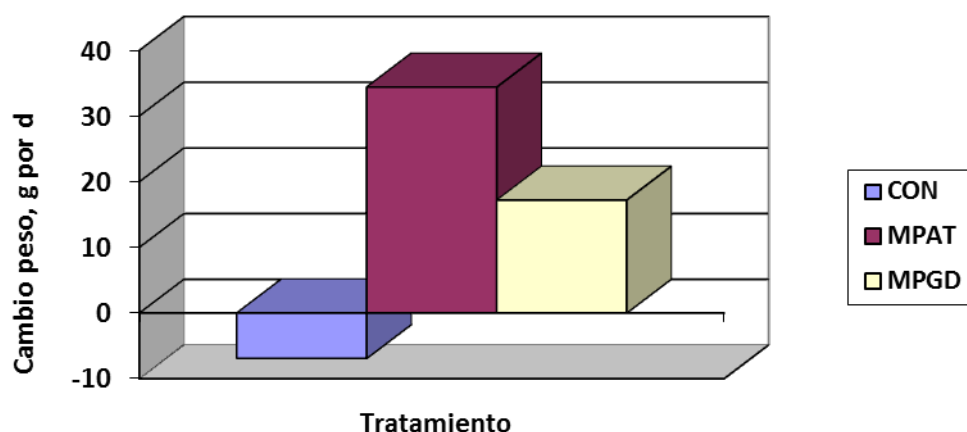


Figura 1. Cambio de peso promedio (g por d) de becerras suplementadas con melaza-pollinaza más acemite o grano de destilería. Escobedo, Municipio de Santa María del Oro, Durango.

### **CONCLUSIONES**

El experimento realizado muestra que la suplementación con melaza-pollinaza más acemite de trigo o grano de destilería puede generar ligeros incrementos de peso en becerras en crecimiento en pastoreo.

Es importante mencionar que las prácticas de suplementación en el área de influencia del estudio son nulas, por lo que se mostró a los productores los beneficios que se pueden obtener al realizar prácticas de suplementación con alimentos de bajo costo.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Allden, W. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In: F. H. W. Morley (Ed.). *Grazing Ruminants*, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam. p. 289 – 307.
- DelCurto, T., Hess, B., Huston, J., and K. Olson. 2000. Optimum supplementation strategies for beef cattle consuming low-quality roughages in the western United States, *Proc. of Am. Soc of Anim. Sci.* 68:515-531.
- Galyean, M. and A. Goetsch. 1993. Utilization of forage fiber by ruminants. In: H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, y J. Ralph (Ed.). *Forage cell wall structure and digestibility*, ASA-CSSA-SSSA, Madison, pp. 33-71.
- Google Earth 2012. <http://www.google.com/intl/es/earth/download/ge/agree.html> Instituto Nacional Para el Federalismo y el desarrollo Municipal. 2005. <http://www.inafed.gob.mx/work/conapred/index.html>
- Mathis, C., Sawyer, J., and R. Waterman. 2003. Urea in range cattle supplements, New Mexico State University, College of Agriculture and Home Economics, Circular 583.
- Soto, C. y V. Reinoso. 2007. Suplementación Proteica en Ganado de Carne. Resumen. *Rev. Soc. Vet. del Uruguay (Montevideo)* 42(167):27-34. DMTV, actividad privada. Manuel Oribe 389, Artigas, Uruguay.
- Winterholler, S. J., C. P. McMurphy, G. L. Mourer, C. R. Krehbiel, G. W. Horn and D. L. Lalman. 2012. Supplementation of dried distillers grains with solubles to beef cows consuming low-quality forage during late gestation and early lactation. *J. Anim. Sci.* 90:2014-2025.

## EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE EL PESO Y SANIDAD INTESTINAL DE POLLOS DE ENGORDA

Pablo A. Domínguez Martínez<sup>1\*</sup>, Arturo Pro-Martínez<sup>2</sup>, Ciro A. Ruíz-Feria<sup>3</sup>, Rafael Jiménez Ocampo<sup>1</sup>, Rigoberto Rosales Serna<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP-Durango. km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. \*dominguez.pablo@inifap.gob.mx.

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Orientación Ganadería, Montecillos, México.C. P. 56230. <sup>3</sup>Texas A&M University, Department of Poultry Science, College Station.TX, USA. 77843.

### INTRODUCCIÓN

La coccidiosis aviar es una enfermedad de importancia económica en México y es causada por parásitos del género *Eimeria*. Estos endoparásitos son controlados de manera tradicional con coccidiostatos, los cuales son compuestos químicos cuyo uso prolongado causó la aparición de cepas resistentes (Peek y Landman, 2011). Se ha buscado reducir la dependencia de los coccidiostatos mediante el desarrollo de vacunas (Vermeulen *et al.*, 2001; Chapman *et al.*, 2002), aunque su eficacia es limitada debido a la carencia de un antígeno capaz de proteger de manera suficiente durante la infección con *Eimeria* (Peek y Landman, 2011). En la actualidad se ha incrementado el interés sobre la resistencia adquirida por los parásitos a los coccidiostatos y el efecto que tienen estas sustancias químicas sobre la nutrición y salud humana (Allen *et al.*, 1998; Gabriel *et al.*, 2006).

Se ha establecido que la suplementación con arginina (ARG) y vitamina E (VE), tiene efecto significativo sobre las infecciones causadas por *Eimeria*, aunque existen inconsistencias en la respuesta obtenida. De esta forma, se observó que la suplementación con 100 UI de vitamina E (VE) kg<sup>-1</sup> de alimento mejoró la respuesta inmune y el peso corporal de aves inmunizadas con *Eimeria* (Colnago *et al.*, 1984). En pollos infectados con *Eimeria maxima* se observó que la suplementación con 100 UI de VE kg<sup>-1</sup> de alimento mantuvo sin cambio significativo el peso corporal y la conversión alimenticia de las aves, en comparación con el tratamiento que incluyó 13.2 UI de VE kg<sup>-1</sup> de alimento. A pesar de lo anterior, se observó que el valor alto de suplementación (100 UI de VE kg<sup>-1</sup> de alimento) incrementó la cantidad de ooquistes excretados (Allen y Fetterer, 2002).

Es necesario también, evaluar los efectos de la vitamina C (VC) sobre los parásitos del género *Eimeria*. Se ha establecido que los pollos de engorda pueden sintetizar VC; sin embargo, son incapaces de cubrir sus requerimientos hasta después de 15 días de edad (Puls, 1994). La cantidad de VC sintetizada por los pollos es insuficiente en condiciones de estrés inmunológico, como el causado por la infección con parásitos intestinales. Es recomendable evaluar el efecto

de la adición de aminoácidos y vitaminas (E y C) sobre las ganancias de peso y la sanidad de pollos de engorda. Con ello, se avanzará en la optimización del proceso para la producción de carne de pollo con alta calidad para el consumo humano. El objetivo fue evaluar los efectos de la suplementación concurrente de arginina, vitamina E y vitamina C sobre el peso y lesiones intestinales registradas en pollos infectados con *Eimeria* spp.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron pollitos de un día de edad (Cobb 500; n=624) asignados al azar en cada uno de seis tratamientos, con diez repeticiones. Los tratamientos fueron: 1) **T**(Testigo)= dieta basal + 40 mg de VE kg<sup>-1</sup> de alimento y 1.5 % de ARG; 2) **ARG**= T + 0.3 % de ARG; 3) **AVE**= T + 0.3 % ARG + 40 mg de VE kg<sup>-1</sup> alimento; 4) **AVC**= T + 0.3 % ARG + 1 g de VC kg<sup>-1</sup> de alimento; 5) **VEC**= T + 40 mg de VE kg<sup>-1</sup> de alimento + 1 g de VC kg<sup>-1</sup> de alimento y 6) **AVEC**= T + 0.3 % ARG + 40 mg de VE kg<sup>-1</sup> de alimento + 1 g de VC kg<sup>-1</sup> de alimento. Las dietas fueron formuladas para cubrir los requerimientos nutricionales propuestos internacionalmente para pollos de engorda (NRC, 1994). Se evitó el uso de coccidiostatos y promotores de crecimiento para eliminar su interacción con la respuesta obtenida en los tratamientos bajo estudio. Se proporcionó agua y alimento a libre acceso (*ad libitum*) para los animales en cada una de las dietas incluidas en el experimento.

El día 14 después del inicio de los tratamientos, se inocularon todos los pollitos de forma oral con un nivel 100 veces ( $45 \times 10^3$  ooquistes) superior a la dosis normal de la vacuna contra coccidia Advent® (Novus International Inc. St. Louis, MO). Dicha vacuna contiene ooquistes viables de *E. acervulina* (cepa VND-A10), *E. maxima* (cepa VND-M27) y *E. tenella* (cepa VND-T49). Semanalmente se registró el consumo de alimento y peso vivo de los animales, para luego utilizar estos datos en el cálculo de la conversión alimenticia. Doce pollos de cada uno de los tratamientos fueron sacrificados el día 23 después de iniciado el estudio, con el fin de evaluar la severidad de las lesiones intestinales causadas por coccidia. Las evaluaciones se hicieron de acuerdo con el sitio de infección de cada endoparásito: duodeno (*E. acervulina*), yeyuno (*E. maxima*) y ciegos (*E. tenella*). Se utilizó la escala de 0 a 4, donde 0 representa la ausencia de lesiones visibles y 4 se relaciona con afectaciones muy severas del intestino (Johnson y Reid, 1970).

Los datos obtenidos se analizaron en un diseño completamente aleatorio, mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS® 9.0 (Cary, NC, 2006). Cuando se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos se realizó la comparación de medias con base en la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para la primera ( $p \leq 0.05$ ) y sexta ( $p \leq 0.01$ ) semana después de iniciado el estudio de suplementación (Cuadro 1). En la primera semana se observó que los pollos alimentados con la dieta VEC mostraron peso significativamente inferior (164 g); mientras que el resto de las dietas presentaron valores estadísticamente iguales y fluctuaciones entre 168 g y 174 g. Entre la segunda y quinta semana después de iniciado el experimento se observó igualdad estadística entre todos los tratamientos. La sexta semana (42 días después de iniciado el estudio) se observó que los pollos del tratamiento AVC mostraron un peso significativamente inferior (2,452 g), comparado con el resto de los tratamientos bajo estudio. El uso combinado de las vitaminas E y C, sin la dosis extra de arginina, incrementaron significativamente el peso de los pollos (VEC= 2,806 g), en comparación con el tratamiento que incluyó únicamente vitamina C combinada con arginina (AVC= 2,452 g).

Cuadro 1. Efecto de la dietas sobre el peso vivo (g) semanal evaluado en pollos de engorda desafiados con *Eimeria* spp. a los 14 días de edad.

Semana	Dietas						Media
	T*	ARG	AVE	AVC	VEC	AVEC	
	Peso vivo promedio (g)						
1	168 <sup>ab</sup>	169 <sup>ab</sup>	164 <sup>b</sup>	169 <sup>ab</sup>	174 <sup>a</sup>	170 <sup>ab</sup>	169
2	460	460	450	450	471	446	456
3	722	693	732	640	746	733	711
4	1,246	1,245	1,148	1,190	1,312	1,217	1,226
5	1,854	1,694	1,875	1,777	2,072	1,863	1,856
6	2,537 <sup>ab</sup>	2,662 <sup>ab</sup>	2,596 <sup>ab</sup>	2,452 <sup>b</sup>	2,806 <sup>a</sup>	2,561 <sup>ab</sup>	2,602

\*T(Testigo)= dieta basal + 40 mg de VE kg<sup>-1</sup> de alimento y 1.5 % de ARG; **ARG**= T + 0.3 % de ARG; **AVE**= T + 0.3 % ARG + 40 mg de VE kg<sup>-1</sup> alimento; **AVC**= T + 0.3 % ARG + 1 g de VC kg<sup>-1</sup> de alimento; **VEC**= T + 40 mg de VE kg<sup>-1</sup> de alimento + 1 g de VC kg<sup>-1</sup> de alimento; **AVEC**= T + 0.3 % ARG + 40 mg de VE kg<sup>-1</sup> de alimento + 1 g de VC kg<sup>-1</sup> de alimento. <sup>a-b</sup>Medias con literales distintas dentro de cada hilera denotan diferencias significativas (Tukey;  $p \leq 0.05$ ). Los valores son el promedio de 10 observaciones.

La suplementación con vitamina C y una dosis extra de ARG interfirió con el incremento de peso en pollos de engorda, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en otros estudios (Fuller *et al.*, 1967; Keshavarz y Fuller, 1971a, b; Chamrusspollert *et al.*, 2002). Se ha demostrado que el exceso de arginina en los alimentos es destinado por el organismo para la síntesis de creatina y esto genera un requerimiento adicional de grupos metilo obtenidos a partir de la metionina. El uso de los grupos metilo de la metionina limita la disponibilidad de este aminoácido esencial para el crecimiento adecuado de los pollos.

En comparación con el yeyuno y ciegos, se observó mayor nivel de lesiones parasitarias en el duodeno, con valores entre 0.9 y 1.5. Para este caso ninguno de los tratamientos mostró efecto significativo en el control del parásito, el cual predominantemente fue *E. acervulina* (Figura 1). La adición de vitaminas E y C (VEC); así como, la combinación de ésta con una dosis extra de arginina (AVC) redujeron significativamente las lesiones causadas principalmente por *E. maxima* en el yeyuno. Para el caso de los ciegos, donde el organismo predominante es *E. tenella*, se observó que el uso de dosis extra de arginina combinadas con vitamina C (AVC) y vitaminas E y C (AVEC) disminuyeron significativamente las lesiones parasitarias.

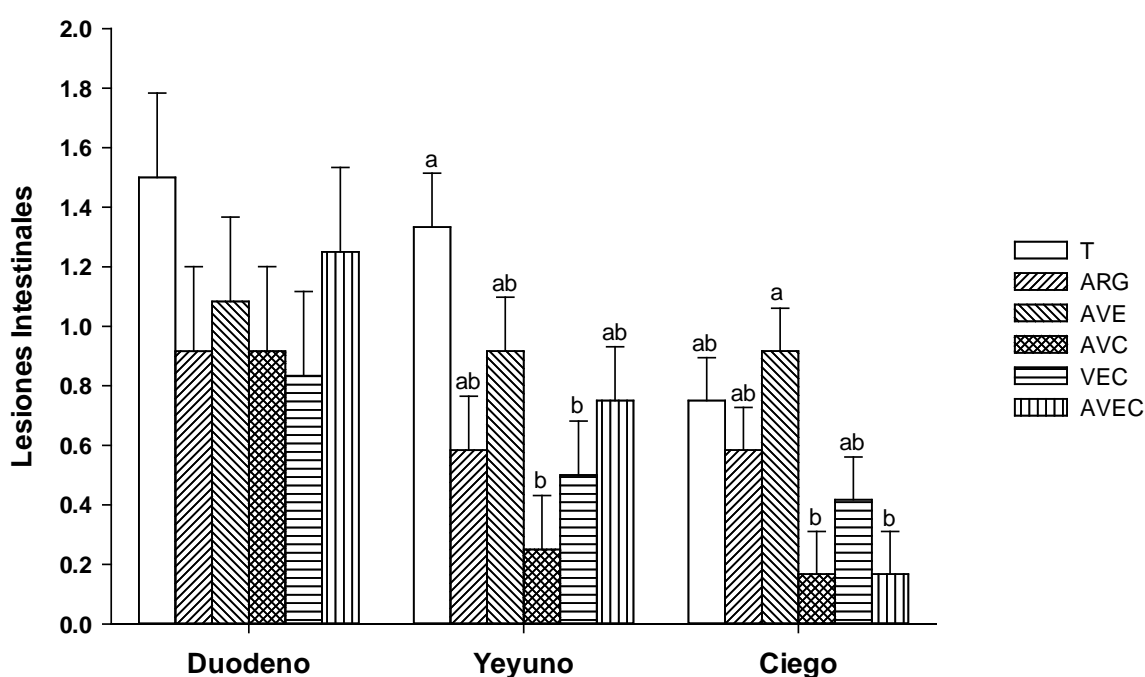


Figura 1. Severidad de las lesiones intestinales registrada en pollos desafiados con *Eimeria* spp. 14 días después de iniciados los tratamientos de suplementación. <sup>a-b</sup>Las barras representan el valor medio + el error estándar de 12 observaciones. Barras sin superíndice en común, son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). \***T**(Testigo)= dieta basal + 40 mg de VE  $\text{kg}^{-1}$  de alimento y 1.5 % de ARG; **ARG**= T + 0.3 % de ARG; **AVE**= T + 0.3 % ARG + 40 mg de VE  $\text{kg}^{-1}$  alimento; **AVC**= T + 0.3 % ARG + 1 g de VC  $\text{kg}^{-1}$  de alimento; **VEC**= T + 40 mg de VE  $\text{kg}^{-1}$  de alimento + 1 g de VC  $\text{kg}^{-1}$  de alimento; **AVEC**= T + 0.3 % ARG + 40 mg de VE  $\text{kg}^{-1}$  de alimento + 1 g de VC  $\text{kg}^{-1}$  de alimento.

## CONCLUSIONES

El uso de una dosis extra de arginina, combinada con suplementación con vitamina C, redujo las ganancias de peso en pollos de 42 días de edad, por lo que es recomendable asegurar un buen balance de aminoácidos en la dieta. La suplementación de vitamina C combinada con una dosis adicional de arginina disminuyó de manera significativa las lesiones parasitarias causadas



por *Eimeria* spp. en el yeyuno y ciegos. El uso de vitamina C redujo significativamente el daño ocasionado por *Eimeria* spp. en el yeyuno; mientras que la combinación de una dosis adicional de arginina con vitaminas E y C disminuyó de manera significativa el daño en los ciegos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Allen, P. C.; H. D. Danforth; C. Augustine. 1998. Dietary modulation of avian coccidiosis. *Int. J. Parasitol.* 8: 1131-1140.
- Allen, P. C.; R.H. Fetterer. 2002. Interaction of dietary vitamin E with *Eimeria maxima* infections in chickens. *Poult. Sci.* 81:41-48.
- Chamruspollert, M.; G.M. Pesti; R.I. Bakalli. 2002. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. *British J. Nutrition.* 88: 655-660.
- Chapman, H. D.; T.E. Cherry; H. D. Danforth; G. Richards; M. W. Shirley; R.B. Williams. 2002. Sustainable coccidiosis control in poultry production: The role of live vaccines. *Int. J. Parasitol.* 32:617-629.
- Colnago, G. L.; L. S. Jansen; P. L. Long. 1984. Effect of selenium and vitamin E on the development of immunity to coccidiosis in chickens. *Poult. Sci.* 63: 1136-1143.
- Fuller, H. L.; S. I. Chang; D.K. Potter. 1967. Detoxification of dietary tannic acid by chicks. *J. Nutrition.* 91: 477-482.
- Gabriel, I.; S. Mallet; M. Leconte. 2006. Effect of whole wheat feeding on the development of coccidial infection in broiler chickens until market-age. *Anim. Feed Sci. Technol.* 129: 179- 303.
- Johnson, J.; W. M. Reid, 1970. Anticoccidial drugs: lesion scoring techniques in battery and floor-pen experiments with chickens. *Experimental Parasitology* 28: 30-36.
- Keshavarz, K.; H.L. Fuller. 1971a. Relationship of arginine and methionine in the nutrition of the chicks and the significance of creatine biosynthesis in their interaction. *J. Nutrition.* 101: 217-222.
- Keshavarz, K.; H.L. Fuller. 1971b. Relationship of arginine and methionine to creatine formation in chicks. *J. Nutrition.* 101: 855-862.
- NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry.* 9<sup>th</sup> ed. National Academy Press. Washington, D. C. 176 p.
- Peek, H. W.; W.J.M. Landman. 2011. Coccidiosis in poultry: anticoccidial products, vaccines and other prevention strategies. *Vet. Qtrly.* 31(3): 143-161.
- Puls, R. 1994. Vitamin levels in animal health. *Diagnostic Data and Bibliographies.* Sherpa International, Clearbook, B. C., Canada. 184 p.
- Vermeulen, A.N., D. C. Schaap; T.P. Schettters. 2001. Control of coccidiosis in chickens by vaccination. *Vet. Parasitol.* 100: 13-20.

## EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENSILADO DE CERDAZA EN EL COMPORTAMIENTO DE OVINOS

Martínez López Raúl<sup>\*1</sup>, Estrada Magdaleno Angélica<sup>2</sup>, Liceaga Rivera David<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>C.E. Centro Altos de Jalisco-INIFAP, <sup>2</sup>Iniciativa Privada.  
[martinez.raul@inifap.gob.mx](mailto:martinez.raul@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En México se cuenta con un enorme potencial productivo subaprovechado, ya que existe una amplia variedad de productos y subproductos (animales, vegetales, industriales, y de transformación), con los que se puede proveer de alimentos al ganado, en especial a los rumiantes, los que pueden aprovechar insumos que no son utilizados por el hombre y transformarlos en alimentos de alta calidad nutrimental. Desde hace varias décadas, la producción porcina ha jugado un papel muy importante en la productividad pecuaria nacional, dentro del abasto de carne, el 75.1% de la población nacional es generada en 10 entidades del país: Jalisco, Sonora, Veracruz, Puebla, Guanajuato, Yucatán, Guerrero, Chiapas, Michoacán, Oaxaca (SIAP, 2014). En la actualidad en el Estado de Jalisco, con una aportación del 19% de la participación nacional en la producción de carne de cerdo, se ubica como el principal estado en población ganadera y producción animal. Aunado a lo anterior, los impactos ambientales directos de la producción porcina intensiva son la contaminación del aire, suelo y agua por los “subproductos” (gases, heces y orina) originados durante el proceso de producción, (León (1995), citado por Mariscal, 2007). En el caso de la producción porcina, lo que más afecta es el manejo y distribución ineficiente de las excretas que deterioran el entorno (Salazar, 2007). Existe suficiente información sobre el reciclaje de estiércol y una gran variedad de reportes sobre la utilización de excretas ensiladas para la alimentación en pequeños rumiantes “ovinos y caprinos”. La importancia en la actualidad, radica en cómo se visualiza este estiércol; como desecho de los animales o como materia prima para su reciclado. En el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), lo está considerado como materia prima para ser utilizada como parte del propio alimento para los cerdos, y como una alternativa para otras especies (rumiantes). De la misma manera, esta materia prima, está siendo utilizada en tres formas de inclusión como alimento, a mencionar: como heces de cerdo deshidratadas, (Obregón *et al.*, 1992); como estiércol de cerdo fermentado (ensilados), (Meza *et al.*, 1997), (Meza *et al.*, 2000); (Salazar y Orozco, 2000); (Martínez *et al.*, 2000); (Vargas *et al.*, 2001); como heces de cerdo frescas, (G. Cantón *et al.*, 2000).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objeto de transferir tecnología sobre la aplicación y uso de excretas porcinas en pequeños rumiantes, y en particular con la utilización de ensilado de cerdaza en la alimentación de ovinos, para mejorar la productividad y reducir los costos de producción animal; en la región de Los Altos, del estado de Jalisco, se realizó una prueba de comportamiento en una explotación de ovinos en el municipio de Zapotlanejo, aledaña al C.E. Centro Altos de Jalisco, se trabajó con 10 ovinos raza pelifolk (cinco machos y cinco hembras). Se utilizó una dieta de engorda comercial con la sustitución de un 40% del contenido total por ensilado de cerdaza (conteniendo un 90% de excreta porcina más un 10% de sorgo molido). Con el manejo general y las condiciones de los pequeños productores comerciales, con una duración de 108 días. Con vacunación y desparasitación interna y externa, realizada en los periodos de adaptación del manejo y al consumo de la dieta prueba de los mismos. Con la toma de datos en pesajes continuos; de adaptación, de inicio, y cada 14 días, con el apoyo de una báscula electrónica y una jaula exprofeso para pequeños rumiantes. En el caso del ingrediente particular a sustituir, las excretas ensiladas; se realizó el análisis respectivo de las mismas (Cuadro 1), variando los contenidos por las formas de transformación. Sin embargo, cumplieron los requerimientos nutrimentales para los animales en cuestión. De manera semejante, para el caso de las dietas en prueba (Cuadro 2), se muestran los análisis reportados. El análisis respectivo de los resultados logrados fue con base a estadísticas descriptivas.

Cuadro 1. Contenido nutrimental de las excretas de cerdo, en tres formas de transformación; frescas, deshidratadas y ensiladas.

	Excretas Frescas	Ensilado Cerdaza (EF + S)*	Excretas Deshidratadas
% Materia Seca	25.48	84.05	
% Proteína	8.06	26.96	27.82
% Calcio	0.86	0.07	1.79
% Fósforo	0.41	1.21	1.32

\*Excreta fresca, más sorgo.

Cuadro 2. Contenido nutrimental de las dietas utilizadas en los ovinos.

	Ensilado Cerdaza (EF + S)	Dieta Comercial (testigo)	Dieta Prueba (EC+DC)
% Materia Seca	84.05	92.18	92.89
% Proteína	26.96	17.72	19.63
% Calcio	0.07	1.69	1.34
% Fósforo	1.21	0.54	0.65

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el manejo general de un pequeño productor de ovinos; se obtuvieron los siguientes resultados en los borregos: En relación a los cambios de peso (Cuadro 3), se encontró un peso inicial promedio general de 19.0 kg, las hembras lograron durante la prueba un peso final promedio de 44.64 kg, al término de la misma; por otra parte los machos, alcanzaron 43.33 kg, de peso final promedio; con rangos de 11.5 kg, hasta 51.14 kg, en las hembras y de 12.1 kg, hasta 50.34 kg, en los machos, evaluados. En contraste, en los animales testigo; la hembra solo varió de 21.0 kg, hasta 29.34 kg, al final, por su parte el macho de 15.24 kg, alcanzó hasta 24.14 kg, con el manejo del productor.

Cuadro 3. Cambios de peso corporal de ovinos (kg) con consumo de 40% ensilado de cerdaza

Machos	P.I.	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P.F.
Hembras									
11 h	27	31.3	32.54	33.9	36.54	40.14	44.34	46.32	47.54
13 h	27	28.6	34.34	37.8	39.04	41.94	47.16	49.74	49.74
15 h	23	25.64	28.94	30.84	32.24	33.64	39.74	41.64	41.84
17 h	22	25	30.44	33.7	36.02	39.74	45.64	50.6	51.14
19 h	11.5	14.1	16.64	18.9	21.32	25.04	28.84	31.8	32.94
$\bar{x}$	22.1	24.92	28.58	31.02	33.03	36.1	41.14	44.02	44.64
12 m	22.9	23.3	29.24	32.76	35.84	40.14	46.54	49.02	50.34
14 m	17.8	18.6	25.34	29.46	33.34	38.74	44.84	48.12	49.54
16 m	14.2	14.7	17.54	21.2	24.88	29.64	35.04	39.44	40.34
18 m	12.5	13.12	17.84	20.7	23.6	27.76	33.04	36.0	37.64
20 m	12.1	12.9	15.5	18.9	23.38	28.9	31.84	37.02	38.8
$\bar{x}$	15.9	16.52	21.09	24.6	28.2	33.0	38.26	41.92	43.33

Con respecto a la ganancia diaria de peso (GDP) (Cuadro 4); los resultados de siete pesajes cada 14 días; promediaron  $0.227 \pm 0.091$  kg, de GDP, para las hembras en general. Los machos tuvieron un promedio general de  $0.257 \pm 0.095$  kg, de GDP. En contraste contra 0.182 kg, reportados por Meza *et al.* (1997), en corderos Rambouillet, y 0.229 kg, en corderas cruzadas, consumiendo 20% de cerdaza, encontrados por Martínez *et al.* (2000). Los animales testigos; sólo mostraron un promedio general de 0.098 kg, y 0.105 kg, como GDP, en hembra y macho respectivamente, en 88 días. Con respecto al análisis bromatológico de las pasturas suministradas; en borregos, la dieta testigo alcanzó un 17.7 % de proteína y la dieta evaluada un 19.6 % de proteína, siendo la segunda superior en contenido de proteína, debido a la inclusión del ensilado de cerdaza en la misma. Por otra parte, de acuerdo a los consumos de pasturas registrados promedio por día, con rangos de 1.16 kg, hasta 2.13 kg, en el transcurso

de la prueba; con la inclusión de cerdaza, los costos de producción en el rubro de alimentación, se lograron bajar hasta un 40%, por lo que considerando que el alimento comercial tiene un costo de \$4.45 por kilo, implica una reducción a \$3.15 por kilo consumido.

Cuadro 4. Comportamiento productivo de ovinos GDP (consumo de 40% ensilado de cerdaza)

Machos Hembras	P.I.	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P.F.	$\bar{x}$	
11 h	27	0.537	0.088	0.097	0.188	0.257	0.300	0.141	0.174	0.222	0.227 ± 0.091
13 h	27	0.200	0.410	0.247	0.088	0.207	0.372	0.184	0.0	0.213	
15 h	23	0.325	0.238	0.135	0.100	0.100	0.435	0.135	0.028	0.187	
17 h	22	0.375	0.388	0.232	0.165	0.265	0.421	0.354	0.077	0.284	
19 h	11.5	0.325	0.181	0.161	0.172	0.265	0.271	0.211	0.162	0.218	
$\bar{x}$	22.1	0.352	0.261	0.174	0.140	0.218	0.359	0.205	0.110		
12 m	22.9	0.050	0.424	0.251	0.220	0.307	0.457	0.177	0.188	0.259	0.257 ± 0.095
14 m	17.8	0.100	0.481	0.294	0.277	0.385	0.435	0.234	0.202	0.301	
16 m	14.2	0.065	0.202	0.261	0.262	0.340	0.385	0.314	0.128	0.244	
18 m	12.5	0.075	0.338	0.204	0.207	0.297	0.377	0.211	0.234	0.242	
20 m	12.1	0.100	0.160	0.242	0.320	0.394	0.210	0.370	0.127	0.240	
$\bar{x}$	15.9	16.52	21.09	24.6	28.2	33.0	38.26	41.92	43.33		

### CONCLUSIONES

La sustitución de 40% de ensilado de cerdaza en el concentrado comercial para la engorda de machos y para el desarrollo de hembras de ovinos pelifolk, es una práctica recomendable para mejorar la productividad y reducir los costos de producción de las explotaciones ovinas. Se puede concluir que bajo las condiciones en que se realizó este estudio, puede incluirse hasta 40% el ensilado de cerdaza en las dietas de corderos sin detrimento de sus parámetros productivos. Además, los costos de producción en el rubro de alimentación, podrán reducirse hasta un 40% del costo real de manutención de la granja comercial.

### BIBLIOGRAFÍA

- G. Cantón CJ, Bores QR, Moguel OY. 2000. Evaluación del uso del estiércol fresco de cerdo en la engorda de bovinos en finalización. XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Hermosillo, Sonora. p 204
- Mariscal Landín Gerardo, 2007. Tratamiento excretas cerdos FAO, capítulo 7. 7.1 Tecnologías disponibles para reducir el potencial contaminante de las excretas de granjas porcícolas 7.1 Efecto del programa de alimentación sobre el contenido de nutrimentos en las excretas porcinas. [www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm](http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm)

- Martínez CVA, Castrejón PFA, Pradal RP, Corona GL. 2000. Efecto de la inclusión de cerdaza en ensilados de planta de maíz y melaza sobre la productividad de corderas criollas. XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Hermosillo, Sonora. p 230
- Meza B.J., Morquecho L.C., Domínguez V.I., Mariezcurrena BM. 1997. Evaluación de la inclusión de ensilado de cerdaza, en la alimentación de corderos para abasto. XXXIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Veracruz, Veracruz. p 110
- Meza MCO, Castrejón PFA, Corona GL, Ángeles CS. 2000. Comportamiento productivo y metabolismo ruminal en corderas alimentadas con ensilado de sólidos de excretas porcinas. XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Hermosillo, Sonora. p 218
- Obregón J.F., Barajas C.R., Uriarte L.J.M. 1992. Tres niveles de reciclaje de heces de iniciación – desarrollo en la dieta para cerdos en finalización. XXVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Chihuahua, Chihuahua. p 164
- Salazar GG, Orozco MC. 2000. Respuesta productiva de cerdas gestantes alimentadas con ensilado de cerdaza. XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Hermosillo, Sonora. p 182
- Salazar Gutiérrez Gerardo, 2007. Tratamiento excretas cerdos FAO, capítulo 7. 7.1 Tecnologías disponibles para reducir el potencial contaminante de las excretas de granjas porcícolas 7.2. Compendio de tecnologías para el manejo y utilización de las excretas de granjas porcícolas. [www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm](http://www.fao.org/wairdocs/LEAD/X6372S/x6372s08.htm)
- SIAP, 2014. Sistema de Información Agropecuaria del Estado de Jalisco. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- Vargas RJM, Castrejón PF, Trujillo GAM, Gutiérrez MJ, Rubio LMS, Ramírez PAH. 2001. Variables productivas y características de canal en caprinos alimentados con ensilado de excretas porcinas. XXXVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. p 270

## BALANCE Y EFICIENCIA DEL USO DE NITROGENO EN LA ALIMENTACIÓN DEL BOVINO LECHERO DE AGUASCALIENTES

Omar Iván Santana<sup>1</sup>, Carlos U. Haubi Segura<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INIFAP-CEPAB, <sup>2</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes  
[santana.omar@inifap.gob.mx](mailto:santana.omar@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

El bovino lechero tiene una baja eficiencia en el uso de nutrientes, excreta alrededor del 70% del nitrógeno que consume en forma de proteína cruda (PC), la cual es requerida para llevar a cabo la producción de leche y otros procesos fisiológicos (Kebreab *et al.*, 2010). Los requerimientos de PC de acuerdo a la NRC (2001) son del 17.3% de la base seca de la ración. Recientes estudios han sugerido que es posible reducir la PC en la ración hasta el 16% sin afectar el nivel de producción de leche (Wattiaux y Karg, 2004). Por otra parte, Agle *et al.* (2010) encontró que dietas hasta con el 12.9% de PC no redujeron la producción de leche comparada a dietas con el 15.4%.

Un factor que ha sido determinante en la eficiencia del uso de la proteína es la relación entre proteína degradable en rumen y proteína no degradable en rumen (RDP y RUP respectivamente), la primera es fuente de energía para bacterias ruminales que producen proteína microbiana que después es metabolizada en el intestino delgado de la vaca (Walker *et al.*, 2005). El exceso de RDP eleva la producción de amoníaco en el rumen y éste es metabolizado por el hígado y excretado en forma de urea en la orina (DePeters, 1991). Durante este proceso fisiológico, la urea se equilibra en los fluidos corporales incluyendo la leche, así el nivel nitrógeno ureico en leche (MUN) es un buen indicador de la eficiencia de utilización de la PC (Powell *et al.*, 2011).

La urea es la principal vía de excreción de nitrógeno excedente y existe una relación lineal entre el contenido de PC y el N-urinario (Olmos y Broderick, 2006), el cual es perdido principalmente por volatilización al formar amoníaco cuando la orina entra en contacto con enzimas de ureasa encontradas en el suelo y heces (Powell *et al.*, 2010), la tasa de volatilización dependerá de las condiciones de pH, temperatura y aire. El amoníaco y la pérdida de nutrientes por la industria lechera ha sido señalada como la principal vía de contaminación de amoníaco antropogénico (US-EPA, 2004), que es causante de lluvia ácida, eutrofización de cuerpos de agua y formación de aerosoles de negativo impacto a la salud humana (Miller *et al.*, 2007).

La tendencia hacia disminuir la contaminación de nutrientes generada por establos lecheros converge en reducir el nivel de PC en la ración, sin embargo estaría en perjuicio de la

producción de leche lo que convertiría esta alternativa en inviable en el corto plazo, no obstante bajo ciertas circunstancias un alto nivel de PC en la dieta y una baja eficiencia de la misma demerita la producción y comportamiento reproductivo de la vaca lechera (Broderick, 2003).

La cuenca lechera de Aguascalientes alberga cerca de 70 mil vacas en producción y, a diferencia de Europa o Estados Unidos donde la problemática está basada en el potencial de lixiviación de nutrientes y emisión de GHG, en el Altiplano de México la situación se basa en mejorar la sustentabilidad a través del ciclo efectivo de nutrientes en el establo optimizando las dietas del ganado de leche como factor principal para mejorar la productividad, dado que la PC es el ingrediente más caro de la ración y por tanto una baja eficiencia se ve reflejada en pérdidas económicas e impacto ambiental. El objetivo de este estudio fue determinar el balance de nitrógeno para estimar las vías de mayor pérdida de nutrientes.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio fue realizado durante el año 2013 en la cuenca lechera de Aguascalientes, fueron seleccionados 10 establos característicos de la región, pertenecientes al sistema intensivo de producción que contarán con raciones totalmente mezcladas (RTM), ordeño mecanizado, manejo integral de sanidad, reproducción y nutrición. Éstos estuvieron localizados sobre el acuífero interestatal Ojocaliente-Aguascalientes-Encarnación; se obtuvo información de producción de leche, consumo de materia seca y población de ganado.

Se obtuvieron muestras de RTM en cada establo de diferentes grupos de producción y por triplicado, en las que fue determinada la PC, FDN, FDA y ENL mediante el espectro de infrarrojo cercano (NIR); el alimento fue considerado la única entrada de nitrógeno en forma de PC, la proteína no degradable en rumen (RUP) fue obtenida de las raciones formuladas para cada establo. Las salidas se consideraron leche y excretas; se tomaron muestras de heces frescas dentro de cada grupo de producción, la muestra se tomó del tracto rectal y se colocó en frascos herméticos de plástico, ésta fue pesada en fresco y secada en estufa de aire forzado a 48°C hasta peso constante para determinar materia seca total, después fue molida en molino Willey a partícula de 1 mm (Arthur H. Thomas Co. Philadelphia, PA). El nitrógeno total fue determinado mediante la técnica de Kjeldhal, depositando 1 g de muestra y 12 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, para digerirse a 400°C por una hora en el Foss Electric 200, la muestra fue destilada en el Foss Electric 2000 para pasar a una solución al 4% de HBO<sub>3</sub>, siendo después titulada con HCl al 0.1 N para determinar nitrógeno total. El volumen total de excreta sólida se estimó mediante el modelo de Nennich *et al.* (2005) considerando el consumo de materia seca DMI (Eq. 1).



$$(Eq. 1) M_E \text{ (kg/d)} = (\text{DMI} \times 2.63 + 9.4) \times 0.66$$

En donde:

ME = volumen de excreta sólida

DMI = consumo diario de materia seca

En leche, fueron tomadas de las mismas cinco vacas muestras en duplicado en frascos estériles; en una muestra fue determinada la proteína en leche; de la otra se hicieron dos submuestras que fueron conservadas a -20°C hasta su proceso para estimar el valor de MUN; éste fue determinado mediante la técnica de Fawcett y Scott (1960) y estandarizada en leche por Aguerre *et al.* (2010); En orina, la muestra se colectó de las mismas cinco vacas de cada grupo de producción mediante la técnica de estimulación digital en la vulva, obteniéndose la muestra y colectando 100 ml, la cual se conservó en frasco estéril a -20°C hasta su análisis en el espectro de absorción atómica; el volumen total de orina fue estimado a partir del modelo propuesto por Nennich *et al.* (2006) considerando el valor de MUN (Eq. 2).

$$(Eq. 2) U_E \text{ (kg/d)} = \text{MUN} \times 0.563 + 17.1$$

En donde:

UE = volumen de orina

MUN = nitrógeno ureico en leche

#### *Análisis estadísticos y de la información*

Los datos fueron analizados de forma descriptiva para cada variable dentro del balance de nitrógeno, se utilizó el paquete estadístico SAS v9.2 para significancias de medias al 0,01 a través de establos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El inventario de ganado en producción fue desde 98 hasta 2111 y la mediana de 435 vacas/hato, en todos los casos fue alrededor del 20% de vacas secas. La producción de leche fue desde los 25.2 hasta 32.7 kg por vaca por día, en cuanto a la PC en la ración se encontró una amplia diversidad que fue desde 13.4 hasta 19.1% de la BS, siendo estadísticamente significativa ( $P < 0,01$ ), sin embargo no se encontró asociación entre el contenido de PC y la producción de leche ( $R^2 = 0.30$ ).

Cuadro 1. Establos evaluados y su característica de inventario, producción y alimentación.

ID	Localidad	Vacas Prod	Leche (kg/d)	DMI (Kg/vaca/d)	PC (% BS)
1	Luis Moya, Zac.	773	28.2	22.8a	16.9
2	Rincón de Romos, Ags.	1299	28.7	19.8	17.3

3	Rincón de Romos, Ags.	98	27.7	22.3	15.7
4	Pabellón de Arteaga, Ags.	115	27.7	21.7	<b>19.1a</b>
5	Pabellón de Arteaga, Ags.	380	29.7	22.1	17.8
6	San Francisco de los Romo, Ags.	376	29.0	18.4	16.3
7	San Francisco de los Romo, Ags.	550	<b>32.7a</b>	<b>22.7a</b>	17.4
8	Jesús María, Ags.	2111	30.0	20.1	16.9
9	Aguascalientes, Ags.	635	25.5	19.7	<b>18.2a</b>
10	Encarnación de Díaz, Jal.	174	27.2	21.6	14.4

*Medias estadísticamente significativas ( $P < 0,01$ ) son marcadas con literal*

Particularmente el establo 10 tuvo el menor aporte de PC en la ración con el 14.4% y comparado al establo 4 de similar producción de leche y alto contenido de PC de 19.1%, parecido comportamiento ocurre con los establos 3 y 4, de igual producción pero de diferente contenido de PC. El estudio realizado por Burgos *et al.* (2010), al evaluar dietas desde el 15 hasta el 21% de PC, no encontró diferencias entre la producción de leche y el contenido de PC. Por otra parte Wattiaux y Karg (2004) sugieren que un aporte por debajo del 14.5% de PC pudiera repercutir en menor producción de leche al igual que raciones con mayores contenidos.

La comparación entre los niveles de MUN encontrados en el estudio, fueron estadísticamente significativos solo para el establo 9 ( $P < 0,01$ ) que obtuvo 19.7 mg/dL aun cuando el contenido de PC es 0.9% menor al establo 4; el estudio realizado por Agle *et al.* (2010) no encontró diferencias en producción de leche en dietas con igual contenido de PC pero diferente relación RDP-RUP, ésta tuvo un mayor efecto sobre la eficiencia de la PC más allá que la cantidad de ésta en la ración.

Cuadro 2. Característica de las raciones alimenticias en el ganado lechero.

ID	Localidad	PC (% BS)	RUP (% PC)	MUN (mg/dL)	FDN (% BS)
1	Luis Moya, Zac.	16.9	34	14.6	27.2
2	Rincón de Romos, Ags.	17.3	37	15.0	31.8
3	Rincón de Romos, Ags.	15.7	33	16.8	30.9
4	Pabellón de Arteaga, Ags.	<b>19.1a</b>	34	17.1	30.3
5	Pabellón de Arteaga, Ags.	17.8	39	16.3	29.9
6	San Francisco de los Romo, Ags.	16.3	34	15.3	30.2
7	San Francisco de los Romo, Ags.	17.4	34	13.9	32.6
8	Jesús María, Ags.	16.9	40	17.5	28.1
9	Aguascalientes, Ags.	<b>18.2a</b>	<b>27a</b>	<b>19.7a</b>	33.4
10	Encarnación de Díaz, Jal.	14.4	39	13.0	<b>35.5a</b>

*Medias estadísticamente significativas ( $P < 0,01$ ) son marcadas con literal*

En el estudio fue encontrado diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) para el contenido de RUP en el caso del establo 9, en donde un mayor contenido de RDP pudo favorecer altas concentraciones de amoníaco en el rumen y por tanto formar urea y excretarla, lo cual explica la alta concentración de MUN y N-urinario (Olmos y Broderick 2006).

La principal vía de excreción encontrada en el estudio fue a través de N-urinario, lo que coincide con los reportes de Nennich *et al.* (2006) y Broderick (2003), donde alrededor del 50-60% del nitrógeno en excretas es N-urinario, en nuestro caso fue estadísticamente significativo ( $P < 0,01$ ) para el establo 9 con 325 g-N/d lo que represento el 68% de nitrógeno excretado en heces y orina, lo cual es considerablemente alto y se relaciona con el nivel de MUN encontrado.

Cuadro 3. Balance de nitrógeno a nivel establo

ID	Localidad	MUN (mg/dl)	N-DMI (g/d)	N- Leche (g/d)	N- Fecal (g/d)	N- Urinario (g/d)
1	Luis Moya, Zac.	14.5	621	129	174	247
2	Rincón de Romos, Ags.	15.0	552	129	161	254
3	Rincón de Romos, Ags.	16.7	557	119	154	281
4	Pabellón de Arteaga, Ags.	17.1	<b>665a</b>	131	154	290
5	Pabellón de Arteaga, Ags.	16.3	<b>636a</b>	133	167	274
6	San Francisco de los Romo, Ags.	15.2	480	128	125	258
7	San Francisco de los Romo, Ags.	13.9	631	143	172	238
8	Jesús María, Ags.	17.5	573	130	143	292
9	Aguascalientes, Ags.	<b>19.7a</b>	573	108	149	<b>325a</b>
10	Encarnación de Díaz, Jal.	13.0	465	116	142	224

*Medias estadísticamente significativas ( $P < 0,01$ ) son marcadas con literal*

La ingesta de nitrógeno resulto significativa ( $P < 0,01$ ) para los establos 4 y 5 con 665 y 636 g-N/vaca/día respectivamente, sin embargo ésta no tuvo relación con la cantidad de PC contenida en la ración ni en el DMI; el N-Fecal no fue estadísticamente significativo a través de grupos y establos muestreados ( $P > 0,01$ ) teniendo una media de 154 g/vaca/día y sin observar alguna correlación con la DMI y PC de la ración, al respecto Wattiaux y Karg (2004a) describieron que la cantidad de N-Fecal no es afectado por la alimentación de la vaca lechera, pero es atribuible a la genética y raza del animal; los resultados obtenidos son similares a los obtenidos en otros estudios (Agle *et al.*, 2010; Olmos y Broderick, 2006) en los que el nivel de PC no afecto el N-Fecal.

El contenido excretado de N-Leche no fue estadísticamente significativo ( $P>0,01$ ) para ninguna localidad ni a través de grupos de producción, éste no se vio afectado por la cantidad de PC ni la relación de RUP en la ración. Diversos estudios han descrito similares hallazgos, no encontrando relación entre los componentes proteicos de la ración y el contenido de N-Leche o MTP (Ipharraguerre y Clarck, 2005; McCormick *et al.*, 2001; Wattiaux y Karg 2004b). El contenido de proteína en leche es mayormente atribuible a un efecto de raza dentro de los bovinos y parcialmente al contenido de fibras (Calvache y Navas, 2012), dado que el trabajo fue realizado en establos donde la raza dominante fue Holstein, es conocido que el contenido de proteína en esta raza oscila entre 31 a 33 g por kg de leche.

### **CONCLUSIONES**

1. Los resultados encontrados indican una alta variabilidad en el aporte de proteína, aun cuando la NRC norma 17.1% PC, se encontraron establos que están por encima de la recomendación, lo cual sugiere un costo de alimentación mayor.
2. La mayor pérdida de nitrógeno fue a través de la orina, y tuvo mayor relación con aquellas raciones donde la RDP fue significativamente mayor a la recomendación del 33% de la PC.
3. No se encontraron diferencias estadísticas ( $P>0,01$ ) a través de establos para la cantidad de nitrógeno excretado en leche y heces, lo que coincide con otros estudios similares; lo que sugiere que un mayor aporte de PC no implica mayor cantidad de proteína en leche.
4. El estudio permite definir una estrategia para mejorar la alimentación del bovino lechero y mejorar la eficiencia de nitrógeno a través de dietas con menor aporte proteico y cuidando la relación RDP:RUP

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguerre M.J. Wattiaux M.A., Hunt T., Large B.R. 2010. Effect of dietary crude protein on ammonia-N emission measured by herd nitrogen mass balance in a freestall dairy barn managed under farm-like condition. *Animal Consortium* 4:8:1390-1400.
- Agle M., Hristov N., Zaman S., Schneider C., Ndegwa P., Vaddella V.K. 2010. The effects of ruminally degraded protein on rumen fermentation and ammonia losses from manure in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:1625-1637
- Broderick G.A. 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 86:1370-1381.
- Burgos S.A., Embertson N.M., Zhao Y., Mitloehner F.M., DePeters E.J., Fadel J.G. 2010. Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based in milk urea nitrogen: Relation of milk urea nitrogen to ammonia emissions. *J. Dairy Sci.* 93:2377-2386
- Calvache G.I., Navas P.A. 2012. Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. *Rev. Científica Animal, Bogotá Colombia.* 5:73-85.

- Ipharaguerre I.R., Clark J.H. 2005. Varying protein and starch in the diet of dairy cows. II Effects on performance and nitrogen utilization for milk production. *J Dairy Sci* 88(8):2879-92
- Janzen, R.A., Feddes J.J.R., Jeffrey S.R., Juma N.G, Kenelly J.J., Khorasani G.R., Leonard J.L., McGill W.B., Okine E.K. 1994. Total Nutrient management: A framework for sustainable management of livestock manure. *Balancing Animal Produ & the Enviroment*. GPAC Publ. 151: 22-26.
- Kebreab E., Johnson K.A., Archibeque S.L., Pape D., Wirth T. 2008. Model for estimating enteric methane emissions from United States dairy and feedlot cattle. *J. Animal Sci.* 86:2738-2748
- McCormick M.E., Ward J.D., Redfearn D.D., French D.D., Blouin D.C., Chapa A.M. 2001. Supplemental dietary protein for dairy grazing cows: effect on pasture intake and lactational performance. *J Dairy Sci.* 84(4):896-907.
- Nennich T.D., Harrison J.H., VanWieringen L.M., StPierre N.R., Kincaid R.L., Wattiaux M.A., Davidson D.L., Block E. 2006. Prediction and Evaluation of Urine Nitrogen and Mineral Excretion from Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 89:353-364
- Olmos-Colmenero J.J., Broderick G.A. 2006. Effect of Dietary Crude Protein Concentration on Milk Production and Nitrogen Utilization in Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 89:1704-1712
- Powell J.M., Wattiaux M.A., Broderick G.A. 2011. Short Communication: Evaluation of milk urea nitrogen as a management tool to reduce ammonia emissions from dairy farms. *J. Dairy Sci.* 94:4690-4694.
- Wattiaux, M.A., Karg K.L. 2004. Protein Level for Alfalfa and Corn Silage-Based Diets: Nitrogen Balance and Manure Characteristics. *Journal of Dairy Science* 87:3492-3502.

## ZOMETRÍA, RITMO DE CRECIMIENTO Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN HEMBRAS DE REEMPLAZO DE LA RAZA HOLSTEIN

<sup>1</sup>Gallegos H.M.P., \*<sup>1</sup>Reyes I.N.S., <sup>1</sup>Castañeda S.E.A., <sup>1</sup>Toca R.J.A. Reveles S.F.O.

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - Universidad Juárez del Estado de Durango. e-mail: nereida\_reyes@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

El tema de hembras de reemplazo ha sido de mucha atención en los últimos años, por su relevancia en las empresas productoras de lácteos, considerando que entre el 20 y 30% del rebaño debe ser reemplazado anualmente (Castagnola, 2008). La meta es que las hembras queden gestantes entre los 14 y 15 meses, con el 50 a 60% del peso adulto y su primer parto a los 24 meses con un peso de 512 kg (Bailey y Murphy, 2009). Al nacimiento el peso oscila entre los 35 a 38 kg (Magaña *et al.*, 1996), a los 60 días de edad 68 kg y a los 6 meses 150 kg. Bermúdez (2012) reporta un peso de  $47.56 \pm 5.57$  kg a los 30 d, a los 13 meses 318 a 340 kg con una ganancia diaria de 700 a 800 g. El peso adecuado de la vaquilla para quedar gestante es de 340 kg, lo que equivale al 55% del peso adulto. Con los pesos anteriores, el primer servicio se da entre 13 a 15 meses de edad y el primer parto ocurrirá de los 22 a los 24 meses de edad (Ortíz *et al.*, 2005; Wattiaux, 2008). Hoffman (1998) menciona rangos de 20.6 a 25.6 meses al primer parto. Las vaquillas de 13 a 15 meses de edad y un peso entre 340 a 363 kg deberán tener una altura a la cruz de 121 a 127 cm y 168.25 cm de longitud corporal al parto. Romero (2004) 175.3 cm de perímetro torácico (PT) en hembras con peso de 421.8 kg. El PT, altura de la cruz (AC), altura de la cadera (ACD), ancho de la cadera (AMC) y longitud corporal (LC), se utilizan para caracterizar el tamaño corporal de las vaquillas lecheras de reemplazo (Bermúdez, 2012). El crecimiento de un organismo animal se define como el cambio constante en peso y medidas corporales a lo largo de su vida; el crecimiento se representa mediante distintas funciones matemáticas que relacionan el cambio de peso en función de la edad de los animales, como es el caso de las curvas de crecimiento y éstas son específicas para cada raza. Padrón y Vaccaro, (1987), comentan que la cuantificación del crecimiento hasta determinada edad, bajo condiciones óptimas de manejo, alimentación, control sanitario y en el clima bajo el cual se ha desarrollado una raza bovina, constituye el patrón de crecimiento normal de la raza. Otro aspecto importante a evaluar es el área pélvica preservicio, lo que ayuda a reducir la incidencia de distocia, siempre y cuando tengan 140 cm<sup>2</sup> mínimo, antes de quedar gestantes (Van Donkersgoed *et al.*, 1991; Troxel, 2014). El mejor momento para realizar la pelvimetría en vaquillas, es de 12 a 14 meses de edad; aunque también se puede al momento del diagnóstico

de gestación e incluso antes del parto (Romero, 2005). El objetivo de este trabajo fue determinar el ritmo de crecimiento, zoometría y comportamiento reproductivo de las hembras de reemplazo de la raza Holstein.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

La información se obtuvo de los registros de 105 hembras de reemplazo de la raza Holstein-Friesian durante los años 2008 a 2013 de la posta zootécnica de bovinos productores de leche de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicada en la carretera Durango-Mezquital km 11.5, a 24° 10' 00" latitud norte y 104° 40' 00" longitud oeste y 1890 msnm. El clima es templado seco, con una precipitación de 450 mm y temperatura media anual de 17 °C. El hato base se conforma de 100 cabezas y se mantienen en una explotación tecnificada, en donde se autoabastece de las hembras de reemplazo. Los parámetros determinados fueron: peso al nacimiento, ganancia de peso al año de edad, ganancia de peso diario, edad a la pubertad, edad al primer servicio y edad al primer parto. Además de medidas corporales (zoometría) como: perímetro torácico (PT), altura de la cruz (AC), altura a la cadera (ACD), ancho de la cadera (ANC) y longitud corporal (LC). Los datos se analizaron por época de nacimiento de las becerras mediante un ANOVA y la diferencia entre las medias se estableció con una prueba Duncan con un análisis de regresión simple, se determinó la relación de la edad con el peso (SPSS, 2013). Los resultados se expresan con estadística descriptiva.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La ganancia de peso fue diferente ( $P < 0.05$ ) para las hembras nacidas durante el otoño, en tanto que las que nacieron en la primavera, verano e invierno tuvieron el mismo comportamiento (Tabla 1). El peso al nacimiento, fue igual entre época del año ( $p > 0.05$ ) y el promedio registrado fue de  $38 \pm 4.5$  kg; la ganancia de peso del nacimiento a los  $345 \pm 6.6$  días de edad fue de  $.729 \pm .01$  kg; se registró una ganancia de  $247 \pm 4.6$  kg en este periodo. La edad a la pubertad de las hembras fue de  $12.7 \pm 1.2$  meses, esto de acuerdo al primer estro observado y registrado. La edad al primer servicio y al primer parto fue de  $15.3 \pm 2.9$  y  $25.3 \pm 2.6$  meses, respectivamente. Se obtuvo un PT de  $175 \pm 11.9$  cm, ACD  $136 \pm 6.4$  cm, AC  $132 \pm 6.4$  cm, AMC  $51 \pm 6.4$  cm y LC  $154 \pm 11.2$  cm (Figura 1). El aumento de peso por día fue de  $0.736$  gr (Figura 2). El área pélvica a partir de los 12 meses de edad aumentó en promedio  $0.24$  cm<sup>2</sup> (Figura 3).

Tabla 1. Edad en días y ganancia de peso en hembras de reemplazo Holstein-Friesian, por época de nacimiento.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Edad (d)	316 ± 49.2a	328 ± 62.0b	368 ± 40.6a	361 ± 39.0a
Ganancia de peso (kg)	.770 ± .15b	.780 ± .15b	.660 ± .08a	.690 ± .09b

\* Literales diferentes en fila, indican (p < 0.05)

El peso al nacimiento y la ganancia de peso por día coincidieron con Magaña *et al.* (1996); Bermúdez (2012). La edad al primer parto con Ortíz *et al.* (2005) y Wattiaux (2008); Hoffman (1998). Las medidas corporales están dentro de lo citado por Bermúdez (2012); Van Donkersgoed *et al.* (1991). En las explotaciones lecheras, los animales de reemplazo absorben del 15-20% de los costos de producción y éste se califica como el segundo o tercer gasto. La tasa de crecimiento se debe evaluar con medidas del crecimiento esquelético (altura a la cruz, a la cadera, perímetro torácico y área pélvica), este es un indicador del manejo y debe de ser monitoreado por múltiples razones: evitar que se retrase la pubertad, madurez sexual y el primer parto. El peso ideal al primer parto, minimiza los índices de distocia.

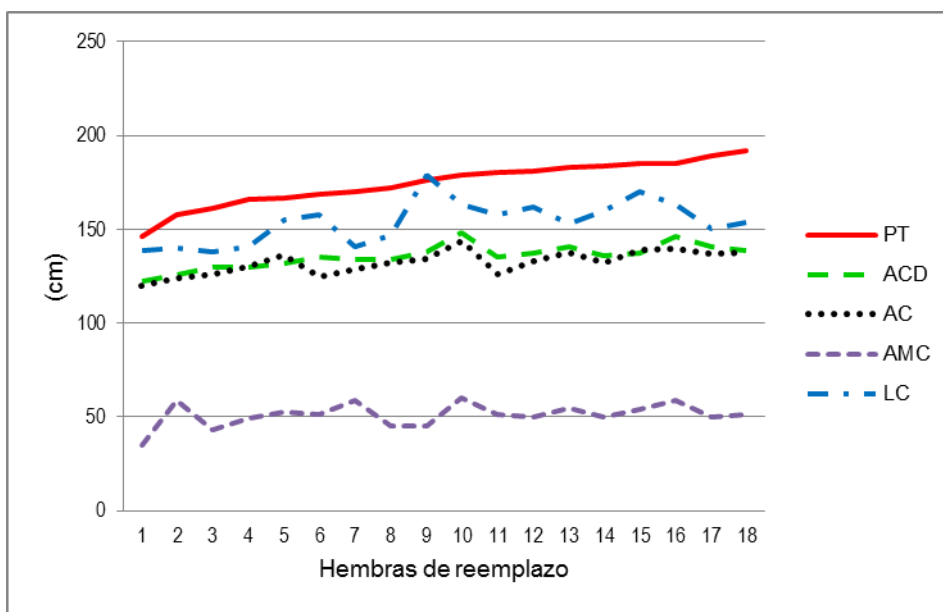


Figura 1. Medidas corporales en hembras de reemplazo de la raza Holstein. (PT = Perímetro Torácico, ACD = Altura a la Cadera, AC = Altura a la Cruz, AMC = Ancho de la cadera, LC = Longitud Corporal).



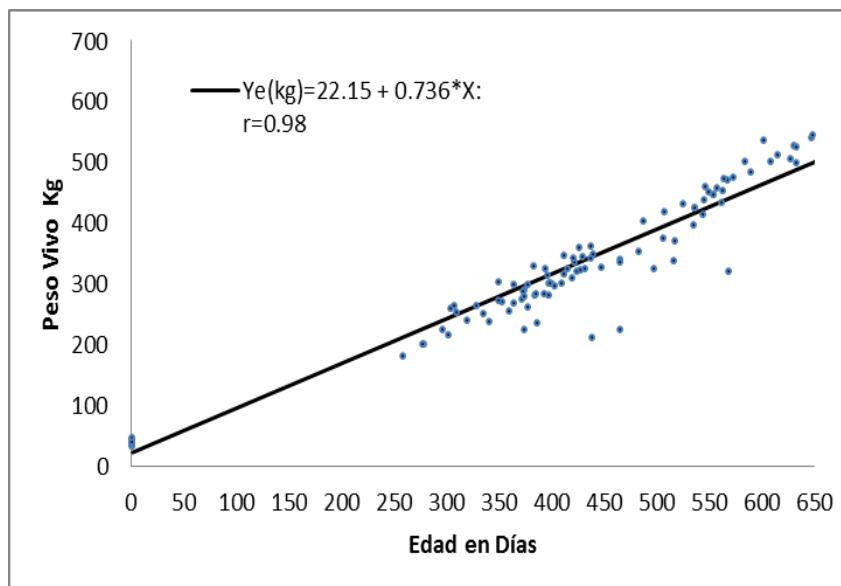


Figura 2. Curva de crecimiento, peso corporal y edad en días en hembras de reemplazo de la raza Holstein.

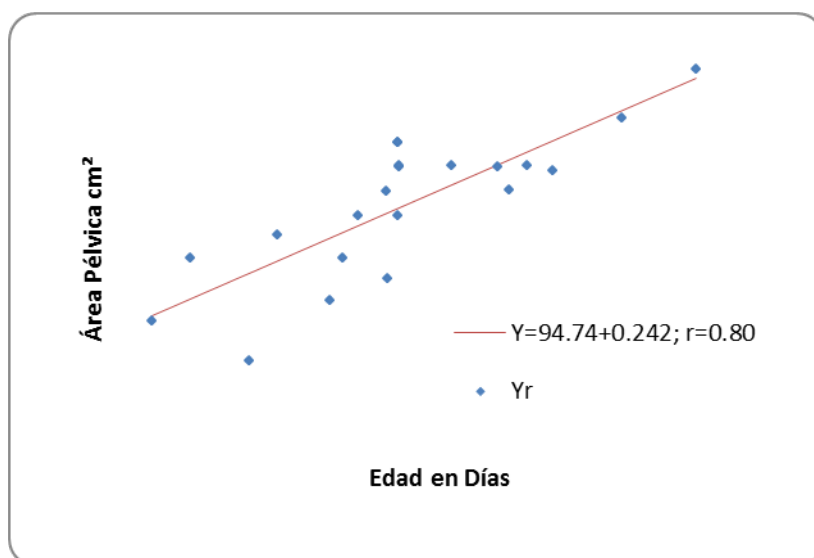


Figura 3. Área pélvica en hembras de reemplazo de la raza Holstein.

### CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en este caso en cuanto a pesos, zoometría y primer parto, son aceptables de acuerdo a la raza y edad de los animales. Es importante el seguimiento de la evaluación de este tipo de animales, a fin de monitorear el comportamiento productivo después del primer parto y tener la información suficiente para la selección de los mejores ejemplares y su descendencia. Los productores en pequeña escala, deben cambiar su posición en relación con el manejo de las becerras e implementar registros que permitan el análisis del crecimiento, la adopción de programas de manejo y la toma de decisiones más correctas para optimizar el

desempeño productivo y reproductivo de las hembras bovinas de reemplazo, ya que estas son el futuro de la explotación.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Bailey T., Murphy J. M. 2009. Monitoring Dairy Heifer Growth. Virginia Corporative Extensions. Publicación 404-286:1-4
- Bermúdez Fong Juan Manuel. 2012. Evaluación del crecimiento de vaquillas Holstein en torno a diferentes parámetros desde el nacimiento hasta la primera lactancia. Tesis de Licenciatura Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. pp 14
- Castagnola Y. M. 2008. Cría y recría de vaquillas y efectos en parámetros productivos futuros. Veterquímica. 34:1-5
- Hoffman C. Patrick. 1998. Optimum Growth Rates for Holstein Replacement Heifers. Department of Dairy Science. University of Wisconsin-Madison. pp 10.
- Magaña M. J., Valencia H. E., Delgado L. R. 1996. Efecto del amamantamiento restringido y la crianza artificial sobre el comportamiento de vacas Holstein y sus crías en el trópico subhúmedo de México. Vet. Mex. 27(4): 271-277.
- Ortiz Salazar Jorge A., Orville García Terán y Gladis Morales Terán. 2005. Manual del Participante: Manejo de Bovinos Productores de Leche. Colegio de Posgraduados. Montecillos. Estado de México. pp 53
- Padrón G.M., Vaccaro R. 1987. Crecimiento de hembras pardo suizas bajo manejo intensivo. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay. pp 12
- Romero Andrade Teodomiro H. 2004. Como comprar vaquillas de reemplazo. Departamento de producción animal: rumiantes. UNAM. México, D.F. pp 14
- SPSS. 2013. Statistical Program for Social Sciences. Versión 15.
- Troxel Tom R. 2014. Pelvic Area Measurements in the Management of Replacement Heifers. Department Head - Animal Science. Arkansas, USA. pp 3
- Van Donkersgoed J., Janzen e.d., Ribblec.s. 1991. The predictive value of pelvimetry. Proceedings of the 6th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics. Saskatchewan, Canada. pp 3
- Wattiaux A. M. 2008. Heifer Raising- Weaning to calving. University of Wisconsin-Madison. Dairy Essentials 34:133-136

---

---

## INDUCCIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL EN CABRAS CRIOLLAS ANOVULATORIAS EN LA COMARCA LAGUNERA MEDIANTE DIFERENTES DOSIS DE HCG

Carrillo E<sup>1\*</sup>, Alvarado- Espino AS<sup>2</sup>, González- Álvarez VH<sup>2</sup>, Tapia- Robles KI, Guillen- Muñoz JM<sup>2</sup>, Carrillo-Moreno E<sup>2</sup>, Véliz FG<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón, Coahuila, México

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Médico Veterinarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Carretera Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, CP 27054, Torreón, Coahuila, México.

Email: \*evaristocarrillo@yahoo.com.mx

### INTRODUCCIÓN

La caprinocultura reviste gran importancia social, ya que posee características importantes como rusticidad, adaptación y aprovechamiento de esquilmos agrícolas, además es capaz de producir leche y cabritos en condiciones desfavorables, como lo es en las zonas áridas y semiáridas del país. Debemos de considerar que las cabras presentan una estacionalidad en su actividad reproductiva tanto en las razas locales (Delgadillo *et al.*, 2003), como en las razas especializadas en producción láctea tales como la raza Alpino Francés (Carrillo *et al.*, 2010). Esta estacionalidad representa una limitante en la producción caprina ya que los productos se concentran en una época del año, ocasionando una disminución en los precios. Para evitar este fenómeno, es necesario utilizar técnicas reproductivas que nos ayuden a modificar la actividad sexual de los caprinos de esta Región, para lo cual se han utilizado tratamientos hormonales, los cuales son efectivos para inducir la actividad sexual (Whitley y Jackson, 2004). Estas técnicas consisten en la administración programada de hormonas específicas tales como progestágenos, GnRH, prostaglandinas, eCG y melatonina. Así mismo, se han utilizado otros métodos como lo es la bioestimulación correspondiente al efecto macho o efecto hembra y el fotoperiodo, los cuales se consideran métodos naturales ya que no se emplea ningún tipo de hormona exógena (Carrillo *et al.*, 2014; Veliz *et al.*, 2009). Con la finalidad de implementar nuevas técnicas, en el presente estudio se utilizó la hormona gonadotropina coriónica humana (hCG) para inducir la actividad sexual de las cabras multirraciales anovulatorias y determinar el efecto de la dosis en la respuesta.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio.-El presente estudio se realizó en la Comarca Lagunera (Latitud 26° 23' N y longitud 104° 47' O). Se utilizaron 3 grupos (n=9, c/u) de hembras adultas anovulatorias

multirraciales, estos grupos fueron homogéneos en cuanto a peso corporal ( $39.93 \pm 7.28$  kg) y condición corporal ( $1.72 \pm 0.26$ , escala 1 a 5). Las cuales fueron alimentadas con heno de alfalfa a libre acceso más 200 g de concentrado comercial (14% P.C.) por día por animal. El agua y los minerales fueron ofrecidos a libre acceso.

Tratamiento de las hembras. El trabajo se realizó del 28 de abril al 10 de mayo 2014, el 1 de mayo (día -1), todas las cabras recibieron 20 mg de progesterona (Progesvit A-E, Brovel, DF, México) en la submucosa vulvar (SMV). Veinticuatro horas después (día 0), a un primer grupo de cabras (G100; 100 UI de hCG; n=9) se le administró 100 UI de hCG (Chorulon® Intervet, Edo. de México, México). Un segundo grupo de hembras (G50; 50 UI de hCG; n=9) se les inyectó 50 UI de hCG. Un tercer grupo de hembras (GC; Control; n=9) se les administró solución salina isotónica (0.5 ml). Todas las aplicaciones se realizaron en la SMV. Además, todas las cabras recibieron 7.5 mg de prostaglandina F<sub>2</sub>α (dinoprost tromethamine; Lutalyse) vía intramuscular (IM) el día 0 (Figura 1).

#### Variables a evaluar

Actividad estral. Se realizó a partir de la aplicación de la hCG, dos veces al día con una duración de 5 minutos durante los primeros cinco días, utilizando un macho sexualmente activo provisto de un mandil. Una hembra se considera en estro si está permanecía inmóvil a la monta del macho (Chemineau *et al.*, 1992).

Ovulación. La actividad ovárica se monitoreó mediante un ultrasonido modo B (Aloka SSD 500 Echo camera, Overseas Monitor Corp. Ltd., Richmond, BC, Canadá) equipado con un transductor transrectal lineal de 7.5 Mhz., una vez al día, a partir del día -4 hasta la confirmación de la ovulación. El ultrasonido fue realizado por el mismo operador entre las 8:00 y 12:00 h. El número, diámetro y posición relativa de los folículos fueron registrados, solamente se consideraron aquellos que tenían un diámetro  $\geq 2$ mm. El día de la ovulación fue definido cuando el folículo más grande identificado previamente no se volvió a detectar.

Las cabras que presentaron celo y las que ovularon se compararon mediante una prueba de Chi<sup>2</sup>.

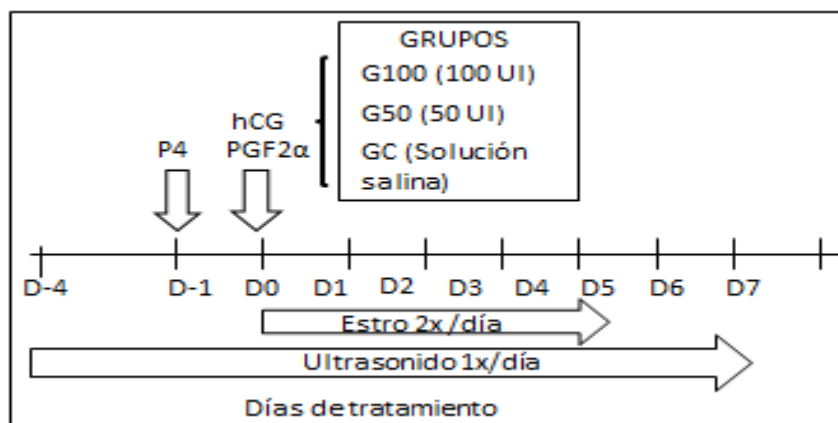


Figura 1. Esquema del diseño experimental. El día -1 se les aplicó progesterona a los tres grupos experimentales. El día 0, se les administró 100 UI de hCG al grupo G100 (n=9), 50 UI al grupo G50 (n=9) y solución salina isotónica al grupo control (GC;n=9) en la SMV. A todos los grupos se les administró PGF2α el día 0 IM.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante el presente estudio con respecto a la conducta estral de las hembras anovulatorias tratadas con dosis de 50 y 100 UI de hCG no mostró diferencias ya que fue de 67% (6/9) y 78% (7/9) respectivamente. Sin embargo, en el grupo testigo, ninguna hembra presentó conducta estral 0% (0/9) ( $P < 0.05$ ) (Figura 2).

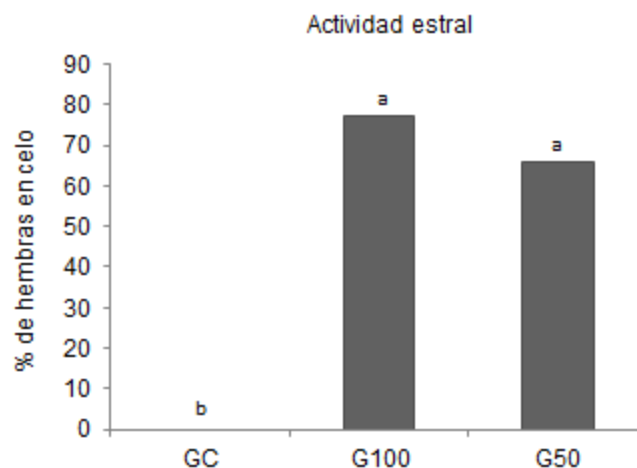


Figura 2. Porcentaje de cabras en celo tratadas con 50 UI, 100 UI de hCG y grupo control (solución salina isotónica). La conducta estral fue observada el día en que se aplicó la hormona (Día 0) y durante 5 días posteriores. Letras diferentes (a, b) indican diferencia ( $P < 0.05$ )

Con respecto a la actividad ovárica, las hembras tratadas con dosis de 50 y 100 UI de hCG no presentaron diferencias ya que fue de 67% (6/9) y 89% (8/9) respectivamente. Sin embargo, en el grupo testigo, ninguna de las hembras tratadas ovularon 0% (0/9) ( $P < 0.05$ ) (Figura 3).

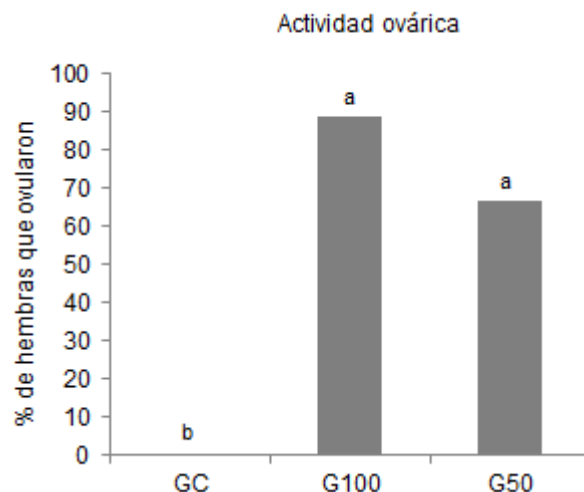


Figura 3. Porcentaje de cabras que ovularon tratadas con 50 UI, 100 UI de hCG y el grupo control (solución salina isotónica). La ovulación fue determinada por medio de ultrasonografía transrectal. Letras diferentes (a, b) indican diferencias ( $P < 0.05$ ).

Los resultados obtenidos demuestran que es factible utilizar la hCG para inducir la actividad estral y ovárica en cabras que se encuentran en anestro estacional, utilizando dosis de 50 o 100 UI. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Fonseca *et al.* (2005) quien demostró que el estro puede ser inducido en un 95.7 % de las cabras cuando fueron tratadas con eCG y en un 75% cuando se les aplicó hCG durante la época no reproductiva. Sin embargo, ellos emplearon dosis de 200 y 250 IU respectivamente. Por lo tanto, el empleo de dosis de 50 y 100 UI podría ser una manera más económica para inducir la actividad estral y ovárica en las cabras criollas de la Comarca Lagunera.

### CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio permiten concluir que, la aplicación de 50 ó 100 UI de la hormona gonadotrópica coriónica humana inducen la actividad estral y ovárica en cabras anéstricas de la Comarca Lagunera.

### BIBLIOGRAFÍA

- Carrillo, E., Meza-Herrera, C. A., Olán-Sánchez, A., Robles-Trillo, P. A., Leyva, C., Luna-Orozco, J.R., Rodríguez-Martínez, R., Véliz-Deras, F.G. 2014. The "female effect" positively affects the appetitive and consummatory sexual behaviour and testosterone concentrations of Alpine male goats under subtropical conditions. *Czech J. Anim. Sci.* 59(7):337-343.
- Carrillo, E., Meza-Herrera, C.A., Véliz, F.G. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano. *Rev Mex Cienc Pecu.* 1(2):169-178
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J. A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Ruminant Research* 8: 299-312.

- Delgadillo, J.A., Flores, J.A., Veliz, F.G. Duarte, G., Vielma, J., Poindron, P., Malpoux, B. 2003. Control de la reproducción de los caprinos del subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y efecto macho *Vet. Mex.* 34(1):69-79.
- Fonseca, J. F., Bruschi, J. H., Zambrini, F. N., Demczuk, E., Viana, J. H. M., Palhao, M.P. 2005. Induction of synchronized estrus in dairy goats whit different gonadotropins. *Anim. Reprod.* 2(1):50-53.
- Veliz, F.G., Mellado, M., Carrillo, E., Meza-Herrera, C. A., Rivas-Muñoz., R. 2009. Effects of a long daily photoperiod on milk yield and ovarian activity of Saanen goats in northern Mexico. *J. Appl. Anim. Res.* 36:287-290.
- Whitley, N. C. y D. J. Jackson. 2004. An update on estrus synchronization in goats: a minor species. *Journal of animal science* 82 E-Suppl: E270-276.

## **INFLUENCIA DE LA VIA DE ADMINISTRACIÓN SOBRE LA RESPUESTA SEXUAL DE LAS CABRAS CUANDO SE LES APLICA 100 UI DE HCG**

**Carrillo E<sup>1\*</sup>, González-Álvarez VH<sup>2</sup>, Alvarado-Espino AS<sup>2</sup>, Tapia-Robles KI<sup>2</sup>, Guillen-Muñoz JM<sup>2</sup>, Rivas-Muñoz R<sup>1</sup>, García JA<sup>1</sup>, Véliz FG<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón, Torreón, Coahuila, México

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Carretera Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, CP 27054, Torreón, Coahuila, México.

Email: \*evaristocarrillo@yahoo.com.mx

### **INTRODUCCIÓN**

Las cabras son el primer rumiante pequeño domesticado por el hombre y su finalidad principal es la producción de leche, carne y cabritos; esta especie se encuentra distribuida en todos los tipos de climas, con mayor concentración en las regiones subtropicales y climas áridos y semiáridos; por lo tanto, desempeñan un papel importante en la estructura socio-económica de la región. Dependiendo de la latitud, las cabras muestran un patrón reproductivo estacional tanto en las razas Criollas (Delgadillo *et al.*, 2003), como en las razas especializadas en producción de leche (Carrillo *et al.*, 2010). La estacionalidad reproductiva puede ser manipulada de tal manera que el ciclo de producción puede ser reducido (Wildeus, 2000). Con la finalidad de manipular la actividad reproductiva, se han estudiado factores tales como el fotoperiodo, nutrición, interacción social y las hormonas (Gómez-Brunet *et al.*, 2012). Los protocolos más utilizados incluyen la utilización de progestágenos, gonadotropinas y prostaglandinas (Whitley y Jackson, 2004). Recientemente, se ha utilizado la inclusión de hCG al tratamiento con prostaglandina para mejorar los parámetros reproductivos en cabras lecheras (Esteves *et al.*, 2013). Sin embargo, es necesario conocer cuál de las vías de aplicación de hCG tiene una mejor respuesta sexual. Por lo tanto, con la finalidad de implementar nuevas técnicas reproductivas se optó por investigar si la vía de administración de hCG influye en la respuesta sexual de cabras anovulatorias.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Área de estudio: El presente estudio se realizó del 28 de abril al 17 de mayo del 2014, en el Ejido Santa Fé del municipio de Torreón Coahuila, México, localizado entre los paralelos 25°33'48.24" de latitud norte y los meridianos 103°20'08.59" de longitud oeste, con una altitud de 1120 m.s.n.m.



Grupos experimentales: Se utilizaron 27 cabras anovulatorias multirraciales, divididas en tres grupos homogéneos (n=9) en cuanto a peso y condición corporal, fueron alojadas en corrales separados, con espacio suficiente para su descanso, expuestos a la temperatura ambiente y al fotoperiodo natural. La alimentación fue a base de heno de alfalfa, más 200 g de concentrado comercial (14% P. C.). Además, las sales minerales y el agua estuvieron a libre acceso.

El día 1 de mayo (día 0) se les aplicó progesterona (P4) vía submucosa vulvar (SMV) a todas las hembras. Veinticuatro horas después, un grupo de hembras (GC) recibió 0.5 ml de solución salina isotónica en la submucosa vulvar (SMV), mientras que a un segundo grupo (G-IM) se le aplicó 100 UI de hCG por la vía intramuscular (IM), y un tercer grupo (G-SMV) recibió 100 UI de hCG por vía SMV. Este día también se les aplicó 7.5 mg (IM) de PGF<sub>2</sub> $\alpha$  a todas las hembras (Figura 1).

#### Variables a evaluar

Actividad estral. Se determinó a partir de la aplicación de la hCG, dos veces al día con una duración de 5 minutos durante los primeros cinco días, utilizando un macho sexualmente activo provisto de un mandil. Una hembra fue considerada en estro si permanecía inmóvil a la monta del macho (Chemineau *et al.*, 1992).

Ovulación. La actividad ovárica se monitoreó mediante un ultrasonido modo B (Aloka SSD 500 Echo camera, Overseas Monitor Corp. Ltd., Richmond, BC, Canadá) equipado con un transductor transrectal linear de 7.5 Mhz., una vez al día, a partir del día -4 hasta la confirmación de la ovulación. El ultrasonido fue realizado por el mismo operador entre las 8:00 y 12:00 h. El número, diámetro y posición relativa de los folículos fueron registrados, solamente se consideraron aquellos que tenían un diámetro  $\geq 2$  mm. El día de la ovulación fue definido cuando el folículo más grande identificado previamente no se volvió a detectar. El porcentaje de hembras en celo y que ovularon, se comparó con Chi<sup>2</sup>.

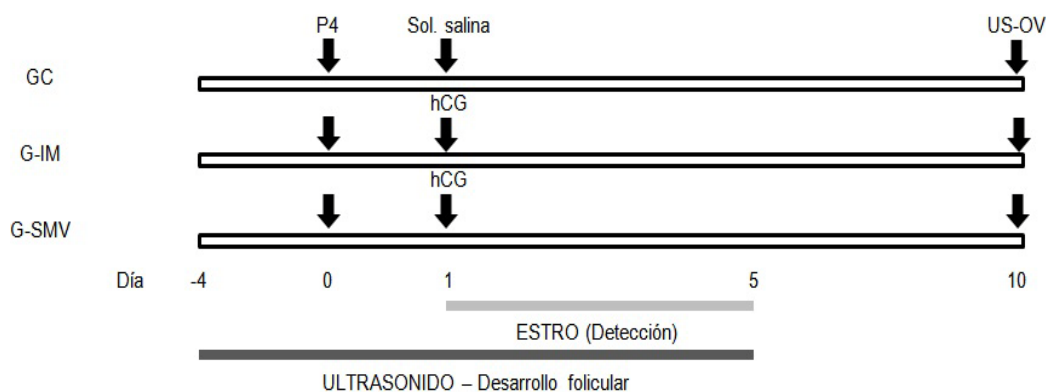


Figura 1. El día 0, se les aplicó progesterona SMV (20 mg) a todas las hembras. Veinticuatro horas después, un grupo de hembras (GC) recibió 0.5 ml de solución salina isotónica por vía SMV, mientras que a un segundo grupo (G-IM) se le aplicó 100 UI de hCG por vía IM, y un tercer grupo (G-SMV) recibió 100 UI de hCG por vía SMV. Este día también se les aplicó 7.5 mg de PGF2 $\alpha$  (IM) a todas las hembras. US-OV: ultrasonido para detectar ovulación.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que no hubo influencia de la vía de aplicación sobre la actividad sexual de las cabras multirraciales, en efecto el G-IM presentaron un 89% (8/9) de actividad estral y el G-SMV un 78% (7/9;  $P > 0.05$ ). Así mismo la actividad ovárica del G-IM fue de un 55% (5/9) y en el G-SMV un 88% (8/9;  $P > 0.05$ ). Sin embargo, las cabras que no recibieron la hCG ninguna presentó actividad estral ni actividad ovárica, encontrando diferencias con las hembras que si se les aplicó la hormona ( $P \leq 0.05$ ) (Figura 2).

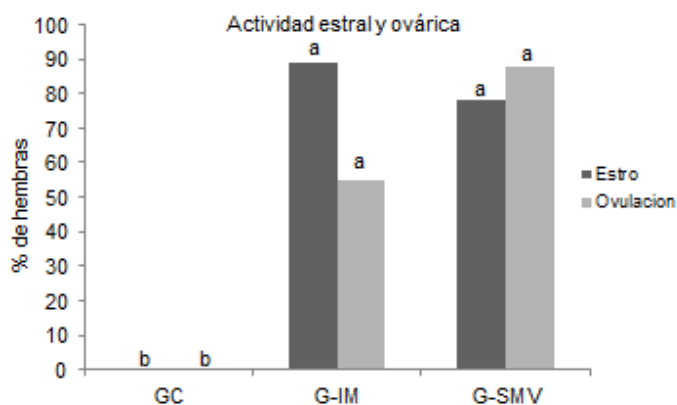


Figura 2. Comportamiento de las variables evaluadas en el estudio. GC (n=9): grupo control; G-IM (n=9): grupo intramuscular; G-SMV (n=9): grupo submucosa vulvar. Letras diferentes (a, b) indican diferencia ( $P < 0.05$ ).

La aplicación de hCG por vía intramuscular y en la submucosa vulvar que se emplearon en el presente estudio no tuvieron ninguna influencia en la respuesta de la actividad estral y ovárica.

Nuestros resultados concuerdan con los reportados por Mellado *et al.* (2004) donde encontraron que la vía de aplicación intramuscular y en la submucosa vulvar de PGF $\alpha_2$  es similar cuando se aplica en cabras Criollas de diferentes edades manejadas extensivamente. Existe un estudio en el que se evaluó la farmacocinética de la hCG en cabras, los resultados indican que tiene una rápida absorción (11.6 h) y permanece en la circulación durante largos periodos (70 h) dato que se debe de considerar cuando se utiliza la hCG (Saleh *et al.*, 2012). Existen otros estudios referentes a la aplicación de hCG en donde se sincronizaron cabras, uno de los grupos recibió PGF $\alpha_2$  y el otro PGF $\alpha_2$ +hCG IM, sugiriendo más investigación para determinar la efectividad de la hCG en diferentes dosis y momentos de administración (Esteves *et al.*, 2013). Otros estudios realizados en ovejas demuestran que la aplicación intramuscular de hCG aumenta el número y funcionalidad de los cuerpos lúteos (Lamraoui *et al.*, 2014). Nuestros resultados se consideran factibles, ya que se pueden emplear indistintamente ambas vías. Sin embargo, sería interesante estudiar la influencia de otras vías de aplicación.

### CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que las vías de administración de hCG (intramuscular y submucosa vulvar) no influyen en la respuesta sexual de cabras anovulatorias del semidesierto mexicano. Además estas cabras pueden ser inducidas a la actividad sexual aplicando 100 UI de hCG, independientemente de la vía que se utilice

### BIBLIOGRAFÍA

- Carrillo, E., C. A. Meza-Herrera y F. G. Véliz (2010). "Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtrópico Mexicano." *Rev Mex Cienc Pecu* 1(2): 169-170.
- Chemineau, P., Daveau, A., Maurice, F., Delgadillo, J. A. 1992. Seasonality of estrus and ovulation is not modified by subjecting female Alpine goats to a tropical photoperiod. *Small Ruminant Research* 8: 299-312.
- Delgadillo, J. A., J. A. Flores, F. G. Veliz, G. Duarte, J. Vielma, P. Poindron y B. Malpoux (2003). "Control de la reproducción de los caprinos del subtropico mexicano utilizando tratamientos fotoperiodicos y efecto macho." *Vet Mex* 34(1): 69-79.
- Esteves, L. V., F. Z. Brandao, R. C. Cruz, J. M. G. Souza, E. Oba, O. Facó y J. F. Fonseca (2013). "Reproductive parameters of dairy goats submitted to estrus synchronization with prostaglandin F $\alpha_2$  associated or not to hCG at estrous onset." *Arq Bras Med Vet Zootec* 65(6): 1585-1592.
- Gómez-Brunet, A., J. Santiago-Moreno, A. Toledano-Díaz y A. López-Sebastián (2012). "Reproductive seasonality and its control in spanish sheep and goats." *Trop Subtrop Agroecosyst* 15(1): 47.
- Lamraoui, R., F. Afri-Bouzebda, Z. Bouzebda, M. Franck y D. E. Gherissi (2014). "Effect of Repeated Administration of hCG on Ovarian Response in PMSG-superovulated Ouled Djellal Ewes (Algeria)." *Tropicultura* 32(1): 10-15.
- Mellado, M., Aleman, R., Orozco, F. J., Uribe, G. 1994. Effect of prostaglandin F $\alpha_2$  dosage and route of administration on estrus response in Criollo goats under range condition. *Small Ruminant Research*. 14(3):206-208.

- Saleh, M., M. Shahin, W. Wuttke, M. Gauly y W. Holtz (2012). "Pharmacokinetics of human chorionic gonadotropin after i.m. administration in goats (*Capra hircus*)." Reproduction**144**(1): 77-81.
- Whitley, N. C. y D. J. Jackson (2004). "An update on estrus synchronization in goats: a minor species." J Anim Sci**82 E-Suppl**: E270-276.
- Wildeus, S. (2000). "Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats." J Anim Sci**77**(E-Suppl): 1-14.

---

---

## IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS DE MANEJO QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE BECERRAS LACTANTES EN ESTABLOS SEMITECNIFICADOS/FAMILIARES DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN LOS ALTOS DE JALISCO

Estrada CE<sup>1\*</sup>, Gutiérrez MJP<sup>2</sup>, Espinosa MMA<sup>3</sup>, Montiel OLJ<sup>3</sup>, Vera AHR<sup>3</sup>, Ramírez HR<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>CE Centro Altos de Jalisco - INIFAP, <sup>2</sup>Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia - CUALTOS - Ude G, <sup>3</sup>CENID Fisiología y Mejoramiento Animal - INIFAP.  
[estrada.eliab@inifap.gob.mx](mailto:estrada.eliab@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En los establos semitecnificados/familiares de producción de leche, frecuentemente no se realizan los manejos más adecuados en sus procesos productivos y debido a ello, una alta proporción presenta condiciones de baja productividad y rentabilidad. Uno de estos procesos es la crianza de vaquillas para reemplazo, el cual representa el segundo rubro en gasto económico de cualquier establo, sólo después de los costos de alimentación (Vandehaar, 2001). En el estado de Jalisco, se ha observado que las vaquillas reciben su primer servicio en promedio a los 19.6 meses de edad y que un 52.3% de estas presenta su primer parto después de los 25 meses de edad, con una condición corporal de 2.7 puntos (Espinosa *et al.*, 2012). Estos valores sugieren la existencia de problemas en la crianza de las vaquillas, ya que exceden los parámetros que se han indicado como óptimos en dicho proceso (Espinosa y Montiel, 2011).

También se ha indicado, que la lactancia es la etapa de la crianza en donde las becerras son más susceptibles a ser afectadas negativamente en su desarrollo (Ávila, 2011) y que las prácticas asociadas al manejo de la alimentación, destete o tipo de alojamiento en el establo, influyen de manera importante (Correa *et al.*, 1988; Heinrichs *et al.*, 2005). En establos del sistema de producción familiar en Los Altos de Jalisco, se puede observar una amplia variedad de manejos en la mencionada etapa (Espinosa *et al.*, 2011). Sin embargo, no existe información que permita determinar cuál de ellos puede estar afectando, positiva o negativamente, el desarrollo de las becerras. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue identificar prácticas de manejo utilizadas durante la lactancia, que afectan negativamente el desarrollo corporal de las becerras en establos semitecnificados/familiares de producción de leche en Los Altos de Jalisco.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional de cohorte retrospectivo, el cual consistió en analizar la información de prácticas de manejo durante la lactancia en 22 establos cooperantes y el

desarrollo de 231 becerras lactantes. Los establos sujetos a estudio, estaban ubicados en la región Altos Sur del estado de Jalisco y con características del sistema de producción semitecnificado/familiar (Cervantes *et al.*, 2001). En el área de estudio, el clima es templado subhúmedo, con temperaturas mínima y máxima de 4.2 y 31.6°C y precipitación media anual de 880.9 mm, concentrada principalmente entre los meses de junio a septiembre (Flores *et al.*, 2012).

Las prácticas de manejo desarrolladas en becerras lactantes, se clasificaron en función del tipo de alimentación líquida (establos que suministraban leche entera, sustituto de leche y leche entera + sustituto de leche) y tipo de concentrado iniciador ofrecido (establos que suministraban concentrado inadecuado, adecuado o no ofrecían). El concentrado adecuado se refirió al alimento iniciador especial para becerras lactantes y el inadecuado, a cualquier otro tipo de concentrado. Por otra parte, también se realizaron clasificaciones en función del tipo de alojamiento (individual y grupal), nivel de protección del alojamiento contra el clima (alto, medio y bajo) y los días en que las becerras permanecían en la lactancia (DL; ≤ 60 días, 61 - 90 días y > 90 días). El nivel de protección de los alojamientos, se determinó considerando la cantidad de infraestructura que estos tenían y que tanto podían proteger a las becerras contra las inclemencias del clima.

Para determinar el desarrollo de las becerras, se estimó la ganancia diaria de peso (GDP) y la ganancia diaria de estatura (GDE) de los animales. Para estimar la GDP, se utilizó el peso al nacimiento (PN), al destete (PD) y los DL ( $GDP = PD - PN / DL$ ). Para estimar la ganancia diaria de estatura, se utilizaron las mediciones de estatura al nacimiento (EN), estatura al destete (ED) y los DL ( $GDE = ED - EN / DL$ ). La información obtenida se analizó por estadística descriptiva y por análisis de varianza. Las variables de respuesta fueron: GDP y GDE durante la lactancia. Las variables independientes fueron: tipo de alimentación líquida, tipo de concentrado iniciador, tipo de alojamiento, protección del alojamiento y días en la lactancia. Las variables independientes se analizaron en modelos por separado y se incluyeron el PN y EN como co-variable dentro de cada modelo. Para todo lo anterior se utilizó el paquete estadístico del SAS y los valores de  $P \leq 0.05$  fueron considerados como significativos.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el Cuadro 1 se describen las prácticas de manejo para las becerras en lactancia utilizadas en los establos. En cuanto al tipo de alimentación líquida, se observó que más de 60% de los

establos emplean sustituto de leche sólo o en combinación con leche entera. En el tipo de concentrado iniciador, la mayoría de los establos utiliza alimento iniciador adecuado, pero casi el 36% no lo utiliza o emplea un concentrado inadecuado. Por otra parte, se observó que el tipo de alojamiento grupal es mayormente utilizado en comparación al sistema individual. Respecto al nivel de protección del alojamiento, sólo en una tercera parte de los establos es alto, la mayoría muestra un nivel medio y cerca de una tercera parte un nivel de protección bajo. En cuanto a los días en lactancia, no se pudo estimar la proporción de esta práctica de manejo por grupo de establos, debido a la variación de días en que se realizaba el destete de las becerras dentro de cada establo; sin embargo, se observó que 23% (57/250), 42% (105/250) y 35% (88/250) de las becerras permanecieron en lactancia durante 60 o menos días, entre 61 y 90 días y por más de 90 días, respectivamente.

Cuadro 1. Prácticas de manejo y porcentaje de su utilización en los establos en estudio.

PRACTICAS DE MANEJO	ESTABLOS
Tipo de alimentación líquida	
Leche entera	36% 8/22
Sustituto	36% 8/22
Leche entera + sustituto	27% 6/22
Tipo de concentrado iniciador	
No ofrece	18% 4/22
Inadecuado	18% 4/22
Adecuado	64% 14/22
Tipo de alojamiento	
Grupal	55% 12/22
Individual	45% 10/22
Nivel de protección del alojamiento	
Alto	32% 7/22
Medio	41% 9/22
Bajo	27% 6/22

En el Cuadro 2, se presentan algunas estadísticas descriptivas para las variables de respuesta utilizadas como indicadores de desarrollo de las becerras durante la lactancia. Las ganancias diarias de peso y de estatura observadas, indican que la mayoría de éstas presenta un desarrollo sub-óptimo. El problema se ve principalmente reflejado en la GDP, ya que alrededor del 75% de los animales presentó valores inferiores a los considerados óptimos en los sistemas de producción de leche (de 0.683 a 0.800 kg) y alrededor del 50% para el caso de la GDE (de 0.161 a 0.178 cm; Espinosa y Montiel, 2011).

Cuadro 2. Estadística descriptiva para la ganancia diaria de peso y ganancia diaria de estatura de las becerras durante la lactancia.

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	GANANCIA DIARIA DE PESO (kg) n= 231	GANANCIA DIARIA DE ESTATURA (cm) n=229
Media	0.566	0.163
Primer cuartil	0.421	0.128
Segundo cuartil	0.551	0.157
Tercer cuartil	0.663	0.191

En el Cuadro 3, se presentan los resultados de los análisis de varianza para determinar los efectos de las prácticas de manejo durante la lactancia en los establos sobre el desarrollo de las becerras. No se encontraron diferencias estadísticas significativas por efecto del tipo de alimentación líquida ( $P > 0.1$ ) o tipo de alojamiento ( $P > 0.1$ ) sobre las ganancias diarias de peso y estatura. Tampoco se observaron diferencias estadísticas significativas del tipo de concentrado sobre la ganancia diaria de estatura ( $P > 0.1$ ), pero si se presentó efecto de este factor sobre la ganancia diaria de peso ( $P < 0.05$ ). Las becerras que consumieron concentrado iniciador adecuado y que no recibieron dicho suplemento, presentaron ganancia de peso similar, pero ambos grupos de becerras tuvieron mayor ganancia diaria de peso que el grupo que consumió concentrado iniciador inadecuado.

Cuadro 3. Efecto de prácticas de manejo en los establos sobre la ganancia diaria de peso (GDP) y ganancia diaria de estatura (GDE) durante la lactancia.

PRACTICAS DE MANEJO	GDP <sup>1</sup>	P	GDE <sup>1</sup>	P
Alimentación líquida				
Leche entera (n=64)	0.587 ± 0.024	0.602	0.159 ± 0.005	0.484
Sustituto (n= 134)	0.555 ± 0.018		0.167 ± 0.006	
Leche entera + sustituto (n=52)	0.564 ± 0.029		0.169 ± 0.008	
Tipo de concentrado				
No ofrece (n= 22)	0.568 ± 0.040 <sup>a</sup>	0.047	0.153 ± 0.011	0.245
Inadecuado (n= 47)	0.493 ± 0.031 <sup>b</sup>		0.153 ± 0.008	
Adecuado (n= 181)	0.582 ± 0.014 <sup>a</sup>		0.167 ± 0.004	
Tipo de alojamiento				
Grupal (n= 156)	0.562 ± 0.017	0.737	0.159 ± 0.004	0.295
Individual (n= 94)	0.572 ± 0.021		0.168 ± 0.005	
Protección del alojamiento				
Alto (n= 106)	0.631 ± 0.018 <sup>b</sup>	< 0.001	0.178 ± 0.005 <sup>b</sup>	< 0.001
Medio (n= 95)	0.509 ± 0.020 <sup>a</sup>		0.150 ± 0.005 <sup>a</sup>	
Bajo (n= 49)	0.525 ± 0.026 <sup>a</sup>		0.152 ± 0.007 <sup>a</sup>	
Días en lactancia				
≤ 60 días (n= 57)	0.735 ± 0.030 <sup>b</sup>	0.003	0.224 ± 0.008 <sup>b</sup>	< 0.001
61 - 90 días (n= 105)	0.532 ± 0.018 <sup>a</sup>		0.154 ± 0.005 <sup>a</sup>	
>90 días (n= 88)	0.530 ± 0.019 <sup>a</sup>		0.147 ± 0.005 <sup>a</sup>	

P=probabilidad

<sup>1</sup>Los datos presentados indican la media ± error estándar.<sup>ab</sup>Diferente literal entre niveles de cada práctica de manejo indica diferencias estadísticas.



Se observaron diferencias estadísticas significativas por efecto del nivel de protección del alojamiento sobre la ganancia diaria de peso ( $P < 0.001$ ) y la ganancia diaria de estatura ( $P < 0.001$ ). Las becerras que tuvieron un nivel de protección alto, presentaron mayores ganancias diarias de peso y estatura durante la lactancia que las becerras bajo niveles de protección medio o bajo. También se observó un efecto de los días al destete sobre ambas variables ( $P < 0.001$ ). En este caso, las becerras que permanecieron en lactancia por 60 días o menos, presentaron mayores ganancias diarias de peso y estatura que las becerras que permanecieron por más de 60 días en lactancia.

### **CONCLUSIONES**

Se concluye que en establos lecheros del sistema de producción familiar en Los Altos de Jalisco, se utilizan prácticas de manejo consideradas inadecuadas para el desarrollo de las becerras durante la lactancia; que la mayoría de los animales presenta sub-óptimo desarrollo durante este periodo; y que las prácticas de manejo que influyeron negativamente en el desarrollo corporal de las becerras, se relacionaron al tipo de concentrado iniciador suministrado, a la protección de las instalaciones hacia el medio ambiente y a la duración de la lactancia.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Ávila, G.J. 2011. Crianza y cuidado de becerras del nacimiento al parto. Memorias séptimas jornadas bovinas. Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México 19 agosto-2 septiembre. Páginas. 27-41.
- Cervantes, E.F., Santoyo, C.H. y Álvarez, M.A. 2001. Lechería familiar: Factores de éxito para el negocio. Plaza Valdez, México.
- Correa, M.T., Curtis, C.H., Hollis, N.E. y White, M.E. 1988. Effect of calf hood morbidity on age at first calving in New York Holstein herds. *Prev. Vet. Med.* 6: Páginas 253-262.
- Espinosa, M.M.A., Montiel, O.L.J., Estrada, C.E., Vera, A.H.R., Hernández, V.J.O., Martínez, T.G., Mellado, B.M. y Ramírez, S.M. (2011). Caracterización de unidades familiares de producción de leche y prácticas de manejo durante la crianza de becerras, en cinco regiones de México. 11<sup>o</sup> Congreso Internacional de MVZ especialistas en bovinos. Torreón, Coahuila. 10-12 noviembre.
- Espinosa, M.M.A., Montiel, O.L.J. 2011. Indicadores de crecimiento y desarrollo en la crianza de vaquillas de reemplazo. *Ganadero.* 36:94-102.
- Espinosa, M.M.A., Montiel, O.L.J., Estrada, C.E., Mellado, B.M., Vera, A.H.R. y Ramírez, S.M. 2012. Indicadores productivos-reproductivos de vaquillas de reemplazo, en sistemas de lechería familiar. Memorias del XXXVI Congreso Nacional de Buiatría. Mérida, Yucatán. Páginas. 1271-1278.
- Flores, L.U.E., Chávez, D.A.A., De la Mora, O.C., Ruíz, C.J.A. 2012. Zonificación Agroclimática de los Altos de Jalisco, México. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. Folleto técnico Num. 1. INIFAP-CIRPAC. Páginas 18-42.
- Heinrichs, A.J., Heinrichs, B.S., Harel, O., Rogers, G.W. y Place, N.T. 2005. A prospective study of calf factors affecting age, body size and body condition score at first calving of Holstein dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 88:2828-2835.
- Vandehaar, M.J. 2001. Accelerated growth for dairy heifers: I'd rather bet on blackjack. Proceedings of the 5<sup>th</sup>. Western Dairy Management Conference, Las Vegas Nevada. April 4-6. Páginas. 123-131.
-

## **INVENTARIOS BOVINOS Y ESTADO REPRODUCTIVO DE VACAS EN ESTABLOS SEMITECNIFICADOS/FAMILIARES DE PRODUCCIÓN DE LECHE, EN EL ESTADO DE GUANAJUATO**

**Espinosa MMA<sup>1</sup>, Estrada CE<sup>2</sup>, Vera AHR<sup>1</sup>, Villagómez AME<sup>3</sup>, Ramírez RE<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>INIFAP CENID Fisiología y Mejoramiento Animal, <sup>2</sup>INIFAP CE Altos de Jalisco, <sup>3</sup>INIFAP CENID Microbiología. [espinosa.mario@inifap.gob.mx](mailto:espinosa.mario@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

Los establos bajo el sistema semitecnificado/familiar de producción de leche, constituyen un pilar importante en la producción de leche de bovino en México. A pesar de sus limitadas condiciones de producción e ineficiencias detectadas en varios de sus procesos productivos, aportan aproximadamente la tercera parte de la producción nacional y cuentan con alto potencial de crecimiento (Mellado, 2010). Algunos de los estados con una presencia importante de este sistema, como Jalisco y Guanajuato, tienen un aporte considerable en la producción nacional (CNOG, 2012; SAGARPA, 2005).

Para tener una producción estable de leche a través del año en cualquier establo, es importante también mantener un número constante de vacas en producción. Esto implica que una vaca después de presentar su parto, deberá tener un manejo reproductivo aceptable y se deberá contar con disponibilidad de reemplazos para poder hacer frente a cualquier tipo de desecho (voluntario o involuntario) de las hembras existentes en el hato productor. En otros sistemas de producción bovina, se ha descrito que un alto porcentaje de vacas no se encuentran gestantes (67%), a pesar de que el 60% de ellas está ciclando (Ganadero, 2011), lo que es muestra de un deficiente manejo reproductivo de esos hatos. Estos estudios permiten establecer estrategias de acción fundamentadas para mejorar estas condiciones de producción. Sin embargo, no se cuenta con información acerca del estado reproductivo que mantienen las vacas en los establos familiares de producción de leche y de las características de los inventarios en los mismos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue describir las características de los inventarios de hembras bovinas y la condición del estado reproductivo del hato productor de leche en establos semitecnificados/familiares de producción de leche en el Estado de Guanajuato.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se utilizó información generada por 15 establos de los municipios de Abasolo e Irapuato, en el Estado de Guanajuato. En visitas realizadas por un técnico, se procedió a obtener información de las unidades de producción, que consideró entre otras cosas, los inventarios bovinos existentes: vacas en producción, vacas secas, becerras previo al destete, becerras del periodo

destete a primer servicio y becerras del primer servicio y hasta antes de su parto (vaquillas). Adicionalmente, para determinar el estado reproductivo de las vacas, mediante la revisión de registros y palpación rectal se determinó si la vaca estaba gestante o no. De manera conjunta, con ayuda de los registros se determinó la edad gestacional. En la evaluación del estado reproductivo sólo se consideraron a las vacas de cada establo, por lo que no se incluyó la información de las vaquillas, gestantes o no.

Inicialmente, se describen los inventarios de las hembras bovinas en los establos y el número de lactancias que tenían al momento de la visita del técnico. Posteriormente se describen los porcentajes de vacas gestantes y no gestantes. Para el análisis de la información, se realizaron en primer lugar, análisis descriptivos para algunas de las variables estudiadas (inventarios, número de lactancias, estado reproductivo). Adicionalmente, se realizó un análisis de Ji cuadrada para determinar diferencias en el número de vacas gestantes entre grupos de vacas de acuerdo a su número de lactancia (1-2, 3-4 y más de 4 lactancias). Los datos reportados fueron analizados empleando el paquete estadístico SAS.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se contabilizaron un total de 472 vacas, ubicadas en las 15 unidades de producción. La mayor parte del inventario correspondió a las vacas, principalmente aquellas que se encontraban en producción (Cuadro 1). El promedio de vacas en producción fue de casi 29 por establo, valor superior a lo descrito por otros autores (Martínez y Cuevas, 2010; Ortíz *et al.*, 2005), como habitual en los sistemas de producción familiar. Adicionalmente, poco menos del 40% del inventario correspondió a las becerras en sus diferentes etapas de desarrollo. De estas, la mayoría estaban en el grupo de destete a primer servicio, mientras que la menor proporción correspondió a las becerras antes del destete.

Del total de vacas, el 85.7% correspondió a las vacas en producción y el 14.3% a las vacas secas. Considerando que si se tuviera el ideal de un parto por año para cada vaca, deberían existir alrededor del 83% de vacas en producción en cualquier momento del año (80-85%; Lozano, 1997) y el resto en su periodo seco, se puede considerar que los establos tienen un apropiado porcentaje de vacas en producción. Sin embargo, es importante tener en cuenta que es una práctica habitual por los productores, el mantener vacas en producción por periodos largos, aún cuando esta producción es mínima, lo que puede explicar el alto porcentaje de estas vacas.

Cuadro 1. Inventario de animales en los establos.

Grupo de animales	Total	%	Promedio $\pm$ ee <sup>1</sup> por establo	Mínimo	Máximo
Vacas producción	461	51.8	28.8 $\pm$ 3.9	17	65
Vacas secas	77	8.7	4.8 $\pm$ 0.7	2	14
Becerras predestete	62	7.0	3.9 $\pm$ 0.4	2	7
Becerras (destete-servicio)	164	18.4	10.2 $\pm$ 1.1	6	18
Vaquillas (servicio-preparto)	126	14.2	7.9 $\pm$ 1.1	2	17

<sup>1</sup>Error estándar.

Los inventarios registrados de becerras para reemplazo podrían considerarse apropiados para que los establos sean autosuficientes y mantener su hato productor. Aunque en establos de tipo intensivo, las tasas de reemplazo llegan a ser mayores al 30% (Ferguson y Skidmore, 2013), en los establos semitecnificados/familiares no ocurre lo mismo, como lo sugiere el valor máximo de lactancias obtenido en este estudio y descrito por otros autores (Moreno-García *et al.*, 2012). Lo anterior debido a que los productores mantienen por más tiempo a las vacas, haciendo menos intenso el reemplazo de sus vientres. En promedio, las vacas tuvieron 2.7 $\pm$ 0.1 lactancias, existiendo un rango de 1 a 8 (n=472) algunas que tenían hasta 8 lactancias.

Del total de vacas, el 51% se encontraba gestante y el resto vacías. Esta tasa de gestación representa un valor bajo, lo que podría repercutir a largo plazo en el número de vacas que se pueden tener en producción. Se ha descrito que para evitar meses en los que no existan partos, una de las condiciones es mantener al menos a un 60% de vacas gestantes en cualquier mes del año (Carmona y Arroyo, 2006). De otra manera puede existir una estacionalidad en la producción y en consecuencia, menores ingresos para el productor en ciertas épocas del año. Algunos problemas reproductivos, como la incidencia de vacas repetidoras podrían verse incrementados por el número de lactancia (Montiel *et al.*, 2012), incluso en hatos con tamaños similares a los de este estudio (Yusuf *et al.*, 2010). Algo similar ocurre con la fertilidad al primer servicio, donde se ha descrito que esta disminuye en vacas de más de una lactancia (Montiel *et al.*, 2012) y el número de días abiertos también es mayor en vacas con más de tres partos vs las de 1, 2 o 3 partos (Montiel *et al.*, 2010). Sin embargo, en el análisis realizado no se observaron diferencias estadísticas significativas en la proporción de vacas gestantes entre los grupo de 1-2, 3-4 o más de 4 lactancias (Cuadro 2; P>0.05).

Cuadro 2. Porcentajes de vacas gestantes y vacías en los establos.

Grupo de lactancia*	Estado reproductivo		Total % (n)
	Gestante % (n)	Vacía % (n)	
1-2 Lactancias	51.90 (123)	48.10 (114)	50.21 (237)
3-4 Lactancias	50.58 (87)	49.42 (85)	36.44 (172)
Más de 4 lactancias	49.21 (31)	50.79 (32)	13.35 (63)
Total	51.06 (241)	48.94 (231)	100 (472)

\*P>0.05 para estado reproductivo en los grupos de lactancia

De las vacas clasificadas como gestantes, el 32.37% (n= 78) se encontraban en el primer tercio de la gestación, el 43.57% (n= 105) en el segundo y el 24.07% (n= 58), en el último tercio. Esto sustenta lo descrito anteriormente, en cuanto a una posible estacionalidad de la producción, ya que la diferencia entre el valor más bajo y el más alto es de casi 20%. El porcentaje de animales gestantes y que por lo tanto estarán en producción posteriormente, es mayor para el segundo tercio de la gestación. Es probable que estos menores porcentajes también coincidan con el momento de los servicios de estos animales, durante los meses de septiembre-octubre. Este es un periodo de lluvias, lo cual puede dificultar en muchos casos el acceso a las unidades de producción y el manejo mismo de los animales, como la detección de aquellas vacas en estro o por efectos de estrés calórico en algunos de estos periodos como se ha reportado en otras regiones (Estrada *et al.*, 2013).

La falta de diferencias estadísticas para el porcentaje de vacas gestantes por grupo de lactancia y debido a que este porcentaje fue bajo en los tres grupos, sugiere que el manejo reproductivo de las vacas no es el adecuado en todas ellas, más que un resultado de un menor desempeño reproductivo asociado a una mayor edad de los vientres. Además, debido al alto porcentaje de vacas en producción vs el bajo porcentaje de vacas gestantes, parece sugerir que los productores le dan más prioridad al proceso productivo en comparación al reproductivo.

## CONCLUSIONES

Los datos de este estudio sugieren que los establos semitecnificados/familiares del estado de Guanajuato cuentan con inventarios de becerras suficientes para asegurar un abasto suficiente de los reemplazos requeridos, especialmente por la menor tasa de reemplazo que parece existir en ellos. Además, los resultados sugieren un manejo deficiente de la reproducción en los establos, lo que se refleja en casi la mitad de vientres sin tener una gestación, que se mantiene independientemente del número de lactancia de las vacas.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Carmona SG, Arroyo G. Cómo medir la eficiencia reproductiva de su hato lechero. 2006. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/manejo/articulos/como-medir-eficiencia-reproductiva-t997/124-p0.htm>
- Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG). Información económica pecuaria No. 21. 2012. Disponible en: [http://cnog.org.mx/index.php?option=com\\_flippingbook&view=category&id=3&Itemid=123](http://cnog.org.mx/index.php?option=com_flippingbook&view=category&id=3&Itemid=123).
- Estrada CE, Loza GJL, Flores LHE, Vera AHR, Montiel OLJ, Espinosa MMA, Villaseñor GF. Efecto del índice temperatura-humedad sobre la fertilidad en vacas del sistema de producción semiespecializado/familiar en Los Altos de Jalisco. Memorias de la XXV Semana Internacional de Agronomía FAZ\_UJED. Septiembre 2013; 264-270
- Ferguson JD, Skidmore A. Reproductive performance in a select sample of dairy herds. J Dairy Sci 2013; 96: 1269-1289.
- Ganadero. 2011. Urgen políticas públicas de largo plazo: CNOG .VII Encuentro Nacional Ganadero. XXXVI (6): 32-44.
- Lozano DRR. Manejo y evaluación reproductiva de explotaciones de bovinos productores de leche en el Altiplano Central de México. Folleto técnico No. 11. INIFAP, Fundación Produce Aguascalientes, 1997; 24.
- Mellado BM. Producción de leche en zonas templadas y tropicales. México: Trillas. 2010.
- Montiel-Olguín LJ, Vera AH, Ruíz LFJ. Efecto de región, tamaño de hato, número y época de parto sobre los días abiertos en hatos de producción intensiva de leche en México. XLVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Campeche, Camp. 2010; 136.
- Montiel OLJ, Espinosa MMA, Estrada CE, Vera AH, Ruíz LFJ. Relación tamaño de hato, lactancia y época de parto con la fertilidad a primer servicio. XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Septiembre 2012; 365-369.
- Montiel OLJ, Espinosa MMA, Vera AHR, Ruíz LFJ. Relación de tamaño de hato, número de lactancia y época de parto, con la incidencia de vacas repetidoras. XXXVI Congreso Nacional de Buiatría. Mérida Yucatán 2012; 1248-1253.
- Moreno-García A, Herrera-Arreola G, Carrión-Gutiérrez M, Álvarez-Bernal D, Pérez-Sánchez RE, Ortiz-Rodríguez R. Caracterización y modelación esquemática de un sistema familiar de bovinos productores de leche en la Ciénega de Chapala, México. Arch Latinoam Prod Anim 2012; 20: 85-94.
- SAGARPA. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2005. Coordinación General de Ganadería. José Luis Gallardo Nieto Coordinador. 2005. 37.
- Yusuf M, Nakao T, Ranasinghe RB, Gautam G, Long ST, Yoshida C, Koike K, Hayashi A. Reproductive performance of repeat breeders in dairy herds. Theriogenology 2010; 73: 1220-1229.

## **DESARROLLO POST-PARTO DE CABRITOS CRIOLLOS EN LA COMARCA LAGUNERA (SISTEMA EXTENSIVO)**

**Chávez SAU<sup>1\*</sup>, Vélez MLI<sup>1</sup>, Salinas GH<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>INIFAP-CIRNOC Campo Experimental La Laguna. Boulevard José Santos Valdez #1200 Pte., Matamoros, Coahuila, C.P 27440  
chavez.adan@inifap.gob.mx

### **INTRODUCCIÓN**

La producción caprina es importante en el sector rural con productores pequeños en las regiones semi-áridas del norte de México. La especie caprina por su adaptabilidad puede establecerse en una amplia gama de condiciones climáticas y geográficas, por ello son manejadas en sistemas de producción extensivo, semi-intensivo o bajo confinamiento total. Las cabras han desarrollado mecanismos de adaptación a condiciones medio-ambientales adversas como las que prevalecen en las zonas áridas (Meza *et al.*, 2008) (Smith y Sherman, 1994). En la actualidad la mayoría de la producción de carne en caprino procede de los rebaños lecheros, siendo un aspecto totalmente secundario respecto a la producción de leche. La producción de carne de caprinos es importante, ya que el 6 % de toda la carne roja que se consume en el mundo proviene de la cabra (Félix *et al.*, 2001). La producción de carne de cabritos, ha recibido poca atención, debido a factores como: Algunos sistemas de producción de caprinos en donde la principal fuente de ingresos es la producción de leche, la venta de cabritos se vuelve una actividad adicional (Meneses *et al.*, 2004) restándole importancia; La carne de cabra ha recibido poca atención por los nutriólogos como una fuente alternativa de carne roja, aun cuando esta es alta en proteína y baja en grasa lo que la hace altamente aceptable desde el punto de vista nutricional (Félix *et al.*, 2001). En condiciones de manejo extensivo, existen factores que influyen en el comportamiento productivo y el desarrollo de los cabritos, aunado a esto, la escasa información existente sobre características productivas de estas razas, hace que sea importante la caracterización del sistema y así valorar la situación del sector caprino extensivo y poder preservar los recursos disponibles. El conocimiento de las tendencias en el desarrollo y crecimiento en etapas tempranas de los cabritos, da la pauta para poder cuantificar los factores que afectan la productividad y poder tomar acciones correctivas que reduzcan el impacto de estos, derivado de esto el objetivo del presente trabajo es describir el comportamiento productivo de cabritos criollos del sistema extensivo, mediante la evaluación de parámetros productivos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se trabajó en el Ejido I. Zaragoza del Municipio de Viesca, Coahuila México, Se tomaron los datos de 63 hembras de entre 2 y 3 partos de 4 rebaños de productores cooperantes, considerando partos dobles y sencillos. Se dio seguimiento individual a 92 cabritos de estas hembras, desde el nacimiento hasta su venta, los cuales fueron pesados diariamente, en un horario establecido entre las 07:00 y 08:00 am., se registró el peso al nacimiento (PN), el sexo (S), peso vivo diario (PVD), peso a venta (PaV) y edad a venta (EaV). La toma y registro de datos inicio el día 06 de diciembre de 2013. Se utilizó una báscula de gancho de 45 kg de capacidad y precisión de 10 g y un arnés diseñado específico para que se adaptara a la anatomía de los cabritos. Con los pesos registrados durante el periodo de muestreo se calculó la ganancia media diaria de peso (GMDp). Para los análisis estadísticos se comprobó que los datos siguieran una distribución normal y se calcularon los estadísticos descriptivos con los procedimientos UNIVARIATE y MEANS (SAS). Se efectuó un análisis de varianza simple para peso al nacimiento entre sexos, peso al nacimiento por tipo de parto.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

En la Tabla 1 se muestran las estadísticas descriptivas, tomando en cuenta el total de los animales y todo el periodo de muestreo, los datos se delimitaron por sexo y tipo de parto. Los parámetros mostrados son peso al nacimiento (PN), peso a venta (PaV) y Edad a venta (EaV), para este último parámetro se consideró el total de animales y su EaV. En los resultados se puede observar que en general el PN es de  $3.506 \pm 0.580$  kg, PaV es de  $9.592 \pm 1.623$  kg y que la EaV se da en un promedio de  $33 \pm 7$  días, para la variable PN los machos superaron a las hembras en un 10.75% (0.398 kg) observando diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), lo que coincide con (Hernandez, *et al.*, 2005), que reportaron PN de 9.57% (0.232 kg) mayores en los machos en comparación con las hembras, y mencionan que el peso superior en macho es una condición natural. En el caso de los PaV no se mostraron diferencias entre hembras y machos, observándose un comportamiento muy similar entre ellos, con promedios de  $9.685 \pm 1.907$  kg y  $9.500 \pm 1.294$  kg, respectivamente.

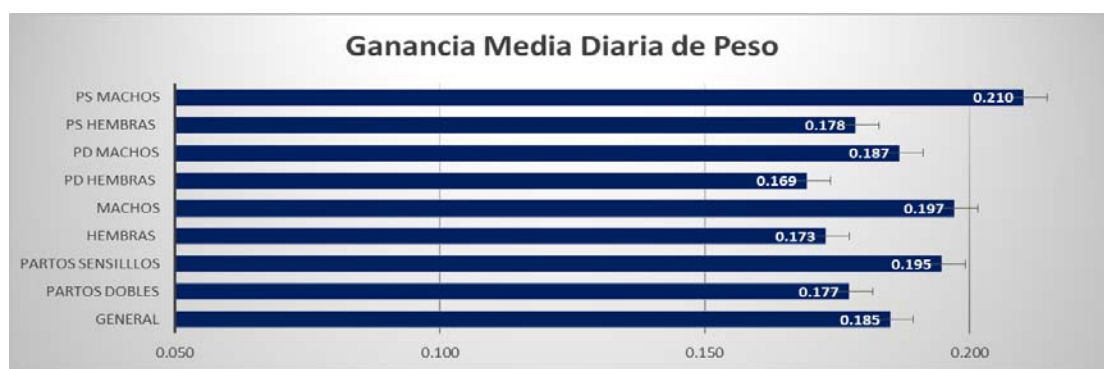
Tabla 1. Se muestran los promedios de las variables peso nacimiento, peso a venta y edad a venta y su desviación estándar.



	General	Partos Dobles	Partos Sensillos	Hembras	Machos	PD Hembras	PD Machos	PS Hembras	PS Machos
PN	3.503±0.580	3.340±0.569	3.703±0.546	3.304±0.522	3.702±0.572	3.153±0.492	3.558±0.584	3.540±0.488	3.875±0.565
PaV	9.592±1.623	9.168±1.538	10.225±1.617	9.685±1.907	9.500±1.294	9.247±1.648	9.076±1.429	10.366±2.124	10.091±0.965
EaV	33±7								

PD=partos dobles, PS=partos sencillos.

La Figura 1 nos muestra la información obtenida referente la ganancia media diaria de peso (GMDp), la cual, en general fue en promedio de 0.185±0.034 kg. Las mejores ganancias de peso las mostraron los machos provenientes de partos sencillos con GMDp de 0.210±0.034 kg. Los machos en general mostraron superioridad en este parámetro respecto a las hembras con promedios de 0.197±0.036 kg y 0.173±0.028 kg respectivamente, seguidas por los animales de partos sencillos. Se pueden observar la variación que existe para este parámetro, tomando en cuenta el sexo y el tipo de parto, así como la tendencia que muestran los machos a tener mejores ganancias de peso que las hembras.



PD=partos dobles, PS=partos sencillos.

Figura 1. Se muestran los Promedios de ganancia diaria de peso.

### CONCLUSIONES

El desarrollo productivo post-parto en cabritos criollos en sistemas extensivos, muestra un comportamiento ascendente en el período estudiado, sin embargo éste depende mucho de factores como el clima, la disponibilidad de alimento y el manejo del rebaño, así como de aspectos como el sexo de la cría, tipo de parto y el potencial de la madre de la cría.

Aunque se observa que las variaciones en la GMDp son grandes, éstas están fuertemente influenciadas por el sexo de la cría, y en menor medida por el tipo de parto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Escareño L., Salinas-González H., Wurzinger M., Iñiguez I., Solkner J., y Meza-Herrera C. 2012. Dairy goat production Systems status quo, perspectives and challenges. Trop Anim Health Prod.
- Félix U. L., Félix U. D., Rubio L. M. Méndez M. R. D., y Trujillo G. A. M. 2001. Análisis comparativo de carne y productos carnicol de cabrito Alpino Francés y Alpino Francés (3/4) con Boer (1/4). Técnica Pecuaria en México. 237-244.
- Hernández Z., J.S., M. Herrera G., E. Rodero S., S. Vargas L., O. Villarreal E., R. Reséndiz M., L. Carreón L. y A.C. Sierra V. 2005. Tendencia en el crecimiento de cabritos criollos en Sistemas extensivos. Arch. Zootec. 54: 429-436.
- Meneses R. R., Rojas O. A., Flores P. H., y Romero Y. O. 2004. Rendimientos y composición de canales de cabritos criollos e híbridos Cashmere. Arch. Zotec. 53 107-110.
- Meza CA Herrera, Medina JM Rosales, & Gomez A González. (2008). Crecimiento pre y posdestete en cabras boer x boer y boer x nubia en el altiplano mexicano. Revista Chapingo Serie Zonas Aridas, 7, 125-132.
- Ramírez, A., A. Quiles\* y M.L. Hevia. 1998. Comportamiento de los cabritos de raza Murciano-granadina en su primera hora de vida. Archivos de zootecnia vol. 47, núm. 180, p. 640 (639-647)
- Smith, M.C.; D.M. Sherman. 1994. Goat medicine. Lippincott Williams & Wilkins. Baltimore, MA. USA. 620 p.

## FERTILIDAD EN CABRAS ANÉSTRICAS SOMETIDAS A MACHOS CON DIFERENTE CONDUCTA SEXUAL.

Vélez LI<sup>1\*</sup>, Chávez SAU<sup>1</sup>, Véliz FG<sup>2</sup>, Salinas GH<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental La Laguna <sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.  
[velez.leonardo@inifap.org.mx](mailto:velez.leonardo@inifap.org.mx)

### INTRODUCCIÓN

Los ciclos reproductivos de los animales domésticos obedecen a múltiples factores que, al ser interpretados, determinan la conveniencia de su presentación. En ovejas (*Ovis aries*) y cabras (*Capra hircus*) domésticas el factor principal que controla los cambios en la reproducción es el fotoperiodo (Malpaux *et al.*, 2001). Otro factor importante en los ciclos reproductivos de estas dos especies es la presencia de compañeros con actividad sexual manifiesta (Álvarez y Zarco, 2001). Introducir un macho dentro de un grupo de hembras, se le conoce como efecto macho (Véliz *et al.*, 2002, 2006), mientras que la introducción o la presencia de hembras en celo dentro de un rebaño, se le conoce como efecto hembra (Véliz *et al.*, 2006; Walkden-Brown *et al.*, 1993).

El efecto macho, es una técnica utilizada desde hace tiempo para inducir la actividad sexual de las hembras en anestro con una eficacia muy alta. La introducción de un macho en un grupo de hembras provoca un rápido aumento en la frecuencia de los pulsos de la hormona luteinizante, un pico preovulatorio de la misma gonadotropina y la ovulación. En los caprinos de la Comarca Lagunera, esta técnica se ha utilizado con muy buenos resultados, los cuales nos indican que más del 75% de las hembras en anestro puestas en contacto con machos sexualmente activos presentan comportamiento estral y ovulatorio en los primeros 15 días (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2001, 2002). Sin embargo, se desconoce la respuesta estral y la gestación de las hembras al introducir un macho sin tratamiento al momento de realizar el efecto macho. Por lo tanto el objetivo de este trabajo es, determinar si la respuesta estral y la fertilidad son diferentes en las hembras expuestas al efecto macho con machos tratados testigos o mixtos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el ejido Ignacio Zaragoza municipio de Viesca, Coahuila, México (Comarca Lagunera; 26° N). Se utilizaron 60 cabras criollas, las cuales se dividieron en tres grupos homogéneos de acuerdo al la condición corporal y al peso corporal. El grupo 1 (n=20) se denominó grupo fotoperiodo, el grupo 2 se denominó grupo testigo y el grupo 3 se denominó grupo mixto. El día 17 de marzo de 2013, cada grupo de hembras se puso en contacto con dos

machos para ser evaluadas la conducta estral por 15 días y su fertilidad a través de la gestación a los 60 días. En el grupo fotoperiodo se introdujeron dos machos que fueron tratados por fotoperiodo, en el grupo testigo se introdujeron dos machos que no fueron tratados y en el grupo mixto se introdujo un macho tratado por fotoperiodo y un macho sin tratar. Se observó la conducta estral (presencia de celo) dos veces por día durante 15 días, (8:00 y 18:00 h) y se determinó la gestación por ecografía el día 16 de mayo. Ambos grupos estuvieron separados por una distancia mayor a 500m durante el estudio. El tratamiento fotoperiódico aplicado a los machos fue de 2.5 meses de días largos artificiales a partir del 1 de noviembre de 2012. Las variables observadas fueron la presencia de celo y gestaciones. El porcentaje de celos y de gestación se analizaron mediante una prueba de chi-cuadrada.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Respuesta estral: el 100% (20/20) de las cabras del grupo fotoperiodo presentaron al menos un estro durante el tiempo del estudio, de la misma manera, el 100% hembras (20/20) del grupo mixto, presentaron al menos un estro durante el estudio, mientras que solo el 50% de las hembras (10/20) del grupo testigo presentaron estro durante el estudio con diferencia estadística ( $P > 0.05$ ).

Gestación: en el grupo fotoperiodo, el 75% de las hembras (15/20) presentaron gestación al momento del ultrasonido. En el caso del grupo mixto, el 55% de las hembras se diagnosticaron gestantes, mientras que en el grupo testigo, solamente el 20% de las hembras (11/20) presentó gestaciones al momento de realizar el diagnóstico de gestación por ultrasonografía (4/20), existiendo diferencia estadística entre los tres grupos ( $P > 0.05$ ).

Los resultados de este estudio, indican que la actividad sexual de los machos cabríos criollos es importante para la inducción del celo al momento de realizar el efecto macho y que con la presencia por lo menos de un macho sexualmente activo se obtiene una respuesta estral alta en las hembras. La intensidad en el comportamiento sexual de los machos, es un factor determinante en la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho (Rosa *et al.*, 2000). Carrillo *et al.* (2010), reportaron que los machos cabríos criollos con una intensa actividad sexual tienen la capacidad de inducir las hembras en anestro aun disminuyendo la proporción macho-hembra (1-10, 1-20 y 1-40) obteniendo una respuesta del 90% de hembras en celo. Sin embargo, en cuanto a la fertilidad de las cabras de este estudio se refiere, la presencia de machos sexualmente inactivos, disminuyó de manera importante la gestación.

Cuadro 1. Porcentaje de hembras que presentaron estro y porcentaje de fertilidad

	Hembras en estro (%)	Fertilidad (%)
Grupo fotoperiodo	100 (20/20) <sup>a</sup>	75 (15/20) <sup>a</sup>
Grupo testigo	50 (10/20) <sup>b</sup>	20 (4/20) <sup>c</sup>
Grupo mixto	100 (20/20) <sup>a</sup>	55 (11/20) <sup>b</sup>

Nota: las letras diferentes indican diferencia estadística ( $P > 0.05$ .) entre grupos con referencia a cada columna.

### CONCLUSIÓN

Se concluye que la actividad sexual natural o inducida en los machos cabríos es determinante para la inducción de celo de las hembras caprinas anéstricas y que la fertilidad de las hembras caprinas anéstricas se ve reducida en presencia de machos sexualmente inactivos mediante efecto macho, aun cuando también haya presente un macho sexualmente activo.

### BIBLIOGRAFIA

- Álvarez R, and Zarco Q. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Mex.* 32 117-129.
- 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 Malpoux 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 Malpoux 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., Malpoux 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.
- Malpoux B., Migaud M., Tricoire H and Chemineau P. 2001. Biology of mammalian photoperiodism and the critical role of the pineal gland and melatonin. *Journal of Biological Rhythms.* 4 336-347.
- Rosa H., Juniper D., and Bryant M. 2000. The effect to exposure to oestrous ewes on rams sexual behavior, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. *Appl. Anim. Behav.* 67 293-305.
- Véliz FG., Moreno S., Duarte G., Vielma J Chemineau P., Poindron P., Malpoux 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., Malpoux B and Delgadillo JA. 2006. Maintaining contact with bucks does not induce refractoriness to the male effect in seasonally anestrus female goats. *Animal Reproduction Science.* 92 300-309.
- Walkden-Brown, S. W.; Restall, B.; Henniawati. 1993. The male effect in the Australian Cashmere goat 3. Enhancement with buck nutrition and use of estrous females. *Animal Reproduction Science* 32: 69–84. doi:10.1016/0378-4320(93)90058-Y.

## BIOESTIMULACION SEXUAL DE LAS CABRAS CRIOLLAS ANESTRICAS A REBAÑO ABIERTO Y CONTROLADO.

Vélez MLI<sup>1\*</sup>, Chávez SAU<sup>1</sup>, Véliz DFG<sup>2</sup>, Salinas GH<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental La Laguna <sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.  
[velez.leonardo@inifap.gob.mx](mailto:velez.leonardo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

Los ciclos reproductivos de los animales domésticos obedecen a múltiples factores que, al ser interpretados, determinan la conveniencia de su presentación. En ovejas (*Ovis aries*) y cabras (*Capra hircus*) domésticas el factor principal que controla los cambios en la reproducción es el fotoperiodo (Malpoux *et al.*, 2001). La percepción en la duración del día y su interpretación por el sistema nervioso central, vía melatonina (ritmo endógeno circadiano), es un mecanismo que controla los cambios estacionales. La disminución en la duración de la luz del día (días cortos), aumenta invariablemente la secreción de LH y esta a su vez de la testosterona y del crecimiento testicular mientras que los días largos, las inhiben. La alternancia de días largos y días cortos son esenciales para el control de la reproducción estacional (Chemineau, *et al.*, 2003), ya que existe otro mecanismo importante como un ritmo endógeno circanual de la actividad neuroendocrina influenciada igualmente por el fotoperiodo (Karsh *et al.*, 1991). En las zonas templadas, para inducir la actividad sexual de los machos cabríos de las razas Alpino y Sannen en el periodo de reposo sexual, se utilizan 2 meses de días largos artificiales seguidos de la aplicación de melatonina (Chemineau *et al.*, 1986) y en las zonas subtropicales la sola aplicación de 2.5 meses de días largos induce actividad sexual de los machos de la misma raza (Vélez *et al.*, 2006). De manera similar, en las zonas subtropicales, particularmente en el subtrópico mexicano, la aplicación de estos mismos tratamientos (días largos con o sin melatonina) resultan en una intensa actividad sexual en los machos cabríos criollos (Delgadillo *et al.*, 2002). Otro factor importante en los ciclos reproductivos de estas dos especies es la presencia de compañeros con actividad sexual manifiesta (Álvarez y Zarco, 2001). Introducir un macho dentro de un grupo de hembras, se le conoce como efecto macho (Véliz *et al.*, 2002, 2006), mientras que la introducción o la presencia de hembras en celo dentro de un rebaño, se le conoce como efecto hembra (Véliz *et al.*, 2006; Walkden-Brown *et al.*, 1993).

El efecto macho, es una técnica utilizada desde hace tiempo para inducir la actividad sexual de las hembras en anestro con una eficacia muy alta. La introducción de un macho en un grupo de hembras provoca un rápido aumento en la frecuencia de los pulsos de la hormona luteinizante, un pico preovulatorio de la misma gonadotropina y la ovulación. En los caprinos de la Comarca

Lagunera, esta técnica se ha utilizado con muy buenos resultados, los cuales nos indican que más del 75% de las hembras en anestro puestas en contacto con machos sexualmente activos presentan comportamiento estral y ovulatorio en los primeros 15 días (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2001, 2002). Sin embargo, el efecto macho se ha estudiado, separando las hembras de las otras en los rebaños, de tal manera que solo las hembras seleccionadas tienen contacto con el macho. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar la gestación, la presencia, latencia y duración de los celos y los ciclos cortos de las hembras caprinas criollas expuestas a machos sexualmente activos en rebaño abierto o en rebaño controlado.

### **MATERIALES Y METODOS**

Se llevó a cabo un experimento en la localidad de Ignacio Zaragoza del municipio de Viesca Coahuila, México (26° N). Se utilizaron 4 machos sexualmente activos, los cuales recibieron un tratamiento fotoperiódico, que consiste en proporcionar 16 horas de luz por día durante 75 días partiendo del primero de noviembre y terminando el 15 de enero. Este tratamiento permite que los machos estén sexualmente activos en el mes de marzo (Vélez *et al.*, 2013; Delgadillo *et al.*, 2001). Dos de estos machos fueron puestos en contacto con 20 hembras criollas en anestro estacional, formando un grupo denominado, rebaño abierto. Los otros dos machos se pusieron en contacto con otras 20 hembras de igual condición que las anteriores, formando un segundo grupo denominado, rebaño controlado. Los machos del primer rebaño permanecieron con las hembras 24 horas por día durante 15 días (rebaño abierto), saliendo al pastoreo junto con las hembras, mientras que los machos del segundo rebaño permanecían 12 horas por día con las hembras después del pastoreo, es decir de las 8:00 PM a las 8:00 AM durante 15 días (rebaño controlado). Se observó la conducta estral (presencia, latencia y duración de celo, así como ciclos cortos) de las hembras durante los 15 días. Posteriormente se diagnosticó gestación a los 70 días después del último día de empadre. La gestación y los celos fueron analizadas mediante un prueba exacta de Fisher en un modelo completamente al azar, las otras variables se analizaron mediante una prueba de t-student, para la comparación de las medias de cada tratamiento.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados de celos, ciclos cortos, latencia al celo, duración del celo y la gestación se muestran en la figura 1 y se describen a continuación.

Celos: el 100% (20/20) de las cabras del grupo R. Abierto presentaron al menos un estro durante el tiempo del estudio, el cual se describe el porcentaje de hembras en las barras y en

número acumulado de animales en las líneas. De la misma manera, para el grupo R. Controlado el 95% de las hembras (20/20), presentaron al menos un estro durante el estudio sin diferencia estadística entre grupos ( $P > 0.05$ ).

Ciclos cortos: La presencia de ciclos cortos fue diferente entre grupos ( $P > 0.05$ ) ya que mientras el grupo R. Abierto presentó el 90% de las hembras con ciclo corto, solo el 45% de las hembras del grupo R. Controlado presentaron ciclo corto, se describe el porcentaje de hembras en las barras y en número acumulado de animales en las líneas.

Latencia: En las barras de la latencia, se puede apreciar que para las hembras del grupo R. Abierto, las hembras iniciaron sus celos en un promedio de 41 horas después de la introducción de los machos y de 58 horas en las hembras del grupo R. Controlado, sin diferencia estadística entre grupos ( $P > 0.05$ ).

Duración del celo: En las barras de la duración del celo, se puede apreciar que para las hembras del grupo R. Abierto, el celo de las hembras duró en promedio 22 horas y en las hembras del grupo R. Controlado duró 20 horas, sin diferencia estadística entre grupos ( $P > 0.05$ ).

Gestación: en ambos grupos, el 95% de las hembras (19/20) presentaron gestación al momento del ultrasonido sin diferencia estadística entre los grupos ( $P > 0.05$ ).

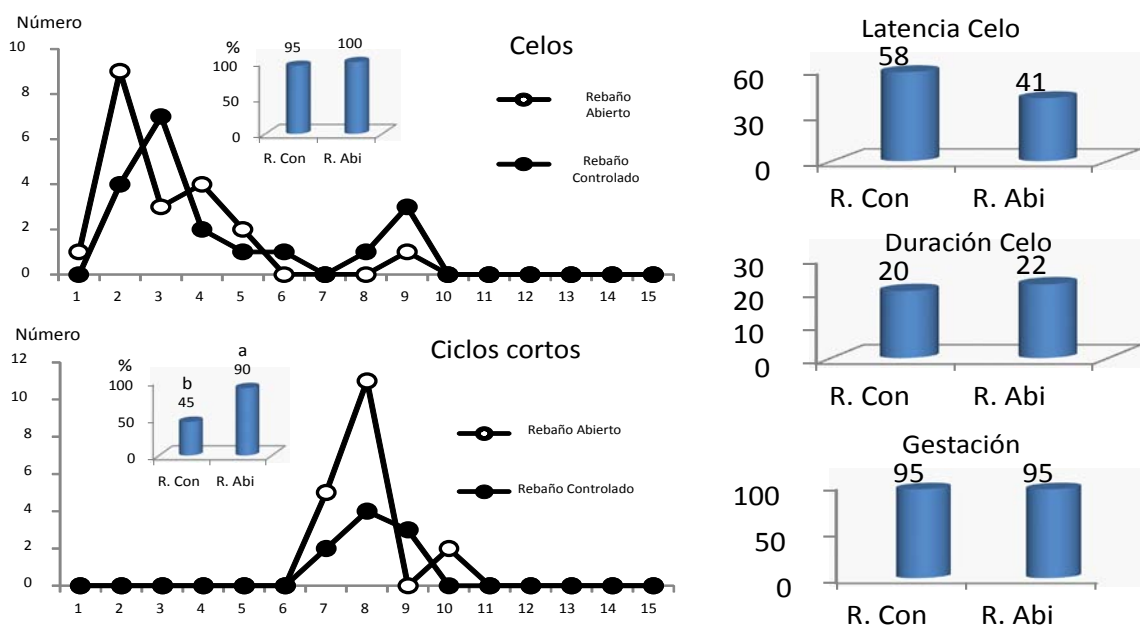


Figura1. Los gráficos de línea son el número de animales en celo o en ciclo corto por día.



La intensidad en el comportamiento sexual de los machos, es un factor determinante en la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho (Rosa *et al.*, 2000). Carrillo *et al.* (2010), reportaron que los machos cabríos criollos con una intensa actividad sexual tienen la capacidad de inducir las hembras en anestro. Los resultados de este estudio, al igual que los de los anteriores autores, indican que la actividad sexual de los machos cabríos criollos es importante para la inducción del celo al momento de realizar el efecto macho y que el tiempo de contacto entre los animales no hace diferencia para tal respuesta ni la presencia de otras hembras en diferente estado fisiológico.

### CONCLUSIÓN

Se concluye que la actividad sexual de los machos cabríos es determinante en la inducción de celo y en la fertilidad de las hembras expuestas al efecto macho, aún sin separarlas de las demás hembras del rebaño (corral abierto).

### BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez R, and Zarco Q. 2001. Los fenómenos de bioestimulación sexual en ovejas y cabras. *Vet. Mex.* 32 117-129.
- Carrillo E., Meza-Herrera CA and Véliz FG. 2010. Estacionalidad reproductiva de los machos cabríos de la raza Alpino-Francés adaptados al subtropico Mexicano. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 1 (2): 169-178.
- Chemineau P., Normant E Ravault JP and Thimonier J. 1986. Induction and persistence of pituitary and ovarian activity in the out-of-season lactating dairy goat after a treatment combining a skeleton photoperiod, melatonin and the male effect. *J. Reprod. Fertil.* 78 497-504.
- Chemineau P., Morillo H., Delgadillo JA Y Malpoux B. 2003. Estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes: mecanismos fisiológicos y técnicas para la inducción de una actividad sexual a contra-estación. 3<sup>er</sup> congreso ALEPRYCS, Viña del Mar, Chile, mayo del 7 al 9.
- Delgadillo JA., Carrillo E., Morán J., Duarte G., Chemineau P and Malpoux 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 Malpoux 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., Malpoux 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.
- Karsch FJ., Woodfill CJI., Malpoux B., Robinson JE and Wayne NL. 1991. Melatonin and mammalian photoperiodism: Synchronization of annual reproductive cycles. In *Suprachiasmatic Nucleus: The Mind's Clock*, DC Klein, RY Moore, and SM Reppert, eds, pp 217-232, Oxford University Press, New York.
- Malpoux B., Migaud M., Tricoire H and Chemineau P. 2001. Biology of mammalian photoperiodism and the critical role of the pineal gland and melatonin. *Journal of Biological Rhythms.* 4 336-347.
- Rosa H., Juniper D., and Bryant M. 2000. The effect to exposure to oestrous ewes on rams sexual behavior, plasma testosterone concentration and ability to stimulate ovulation in seasonally anoestrous ewes. *Appl. Anim. Behav.* 67 293-305.
- Véliz LI, Maldonado JJA, Chavez AU López GJC Véliz FG Mesa-Herrera CA Rodriguez-Martinez R and Salinas H. 2013. Impact of low body condition score and the time of exposure on the sexual

- response of female goats to "male effect". *J. Anim. Sci.* 91, E-Suppl. 2/*J. Dairy Sci.* 96 E-Suppl. 1.
- Vélez LI, Carrillo E, Valera VMA, Véliz FG, Malpoux B, Delgadillo JA. 2006. Long days stimulate the sexual behavior of the alpine male goats allocated in subtropical northern Mexico. Veracruz, México.
- Véliz FG., Moreno S., Duarte G., Vielma J Chemineau P., Poindron P., Malpoux 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., Malpoux 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.
- Walkden-Brown, S. W.; Restall, B.; Henniawati. 1993. The male effect in the Australian Cashmere goat 3. Enhancement with buck nutrition and use of estrous females. *Animal Reproduction Science* 32: 69–84. doi:10.1016/0378-4320(93)90058-Y.

## **EVALUACIÓN REPRODUCTIVA Y CORPORAL DE CABRAS SUPLEMENTADAS CON FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE MAÍZ**

**Velázquez-Morales M<sup>1</sup>, Carrillo E<sup>1</sup>, Fabela-Hernández A<sup>2</sup>, Véliz FG<sup>2</sup>, Rivas-Muñoz R<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>**Instituto Tecnológico de Torreón**, Carretera Torreón-San Pedro km 7.5, Torreón, Coahuila, México, <sup>2</sup> Ciencias Médico Veterinarias, Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México. \* [raymundorivasmuoz@yahoo.com.mx](mailto:raymundorivasmuoz@yahoo.com.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

Tradicionalmente, en la Comarca Lagunera la mayoría de los hatos caprinos son alimentados mediante el pastoreo extensivo, aprovechando la vegetación natural existente; entre los que se encuentran arbustos (*Prosopis glandulosa*, *Acacia farneciana*, *Atriplex acantocarpa*, *Agave scabra*, *Mimosa biuncifera*), herbáceas (*Heliantus ciliaris*, *Salsola kali*, *Solanum elaeagnilolium*) and pastos (*Sorghum halepense*, *Chloris virgata*, *Setaria verticillata*, *Eragrostis pectinacea*, *Bouteloua curtipendula*, *Aristida purpurea* and *Bouteloua barbata*; Rivas-Muñoz et al., 2007). Por otra parte, para los caprinocultores que explotan a sus animales bajo un sistema intensivo; se considera que alrededor del 50% de los gastos totales de las explotaciones son generados sólo por la alimentación e insumos alimenticios (forrajes, granos, concentrados, etc.). Estos productos día con día son más costosos y existe mayor dificultad para producirlos tanto a nivel nacional como a nivel mundial, por el cambio climático. En efecto, en innumerables ocasiones han ocurrido pérdidas importantes de ganado y de animales menores como consecuencia de déficit alimentarios o faltas de forraje, henos, ensilajes o granos para alimentación animal. Estos fenómenos climatológicos adversos, tales como las sequías prolongadas, nevadas, inundaciones y las lluvias de cenizas volcánicas, vienen incrementando significativamente su frecuencia en estos últimos años, afectando negativamente la producción o limitando el acceso al forraje producido en forma convencional para alimentación de los animales. Por ello, es importante generar estrategias de alimentación que coadyuven en el mejoramiento de los parámetros productivos y reproductivos de las cabras y así mejorar la economía de los caprinocultores. Una de estas alternativas es la producción y utilización del forraje verde hidropónico (FVH) de trigo, el cual permite un ahorro considerable de agua para su producción. Es importante mencionar que un aspecto privativo de la producción de forrajes en la Comarca Lagunera, es el uso excesivo del recurso agua, ya que para la producción de forrajes, el gasto hidráulico es muy elevado. Es importante mencionar que el nivel alimenticio de las cabras modifica su actividad sexual (estral y ovulatoria) y su fertilidad. Una severa subalimentación es uno de los principales factores que sugieren una baja en la fertilidad y pérdida embrionaria en

las hembras. Los cambios en el estado nutricional en los rumiantes ocasionan variaciones en los niveles plasmáticos de las hormonas metabólicas, en las hembras subalimentadas con una pérdida de peso de alrededor del 12 % de su masa corporal, resulta en el retraso y supresión de los ciclos estrales, afecta la tasa de preñez y la prolificidad de las hembras (Kusina et al., 2001). Por todo lo anterior, el objetivo de este trabajo fue comparar la respuesta de la actividad reproductiva y corporal de las cabras de la raza Alpino-Francés alimentadas con heno de alfalfa y suplementadas con Forraje Verde Hidropónico de Maíz

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Instituto Tecnológico de Torreón, el cual se encuentra en el municipio de Torreón, ubicado en la Comarca Lagunera de Coahuila, México (Latitud 26°23' N y longitud 104°47' W y 1100 a 1400 msnm). Se utilizaron 22 cabras de la raza Alpino-Francés con una edad promedio de 3 años, además de 2 machos adultos de la misma raza. Las hembras fueron divididas en dos grupos, los cuales fueron homogéneos en cuanto a peso corporal y condición corporal. Los dos grupos de hembras fueron alojadas por separados en dos corrales de 5 X 5 m c/u. A un grupo de hembras (GC; n = 11) se le alimentó a base de heno de alfalfa de acuerdo al 3% de su peso vivo (17% PC, 1.95 Mcal/kg) más 250 g de concentrado/día (14% PC, 2.5 Mcal/kg) durante todo el estudio, el segundo grupo (GH; n = 11) se alimentó con heno de alfalfa en base al 3% de su peso vivo más 590 g de FVH de Maíz/día por cabra. Durante el experimento se realizó un análisis bromatológico del FVHM para determinar los contenidos de nutrientes (cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis bromatológico del Forraje Verde Hidropónico de Maíz de los días 10, 11, 12 y 13 postsiembra (%).

Días	Humedad	MS	Proteína	EE	FC	Cenizas	ELN
10	62.46	37.54	24.12	3.59	8.26	7.38	56.65
11	62.18	37.82	24.31	4.56	4.24	4.79	62.10
12	61.02	38.98	22.56	4.36	5.34	6.68	61.06
13	65.39	34.61	22.18	4.72	1.18	7.09	64.83
Promedio	62.76	37.23	23.29	4.30	4.75	6.48	61.16

MS: Materia Seca, EE: Extracto Etéreo (Grasa Cruda), FC: Fibra Cruda, ELN: Energía Libre de Nitrógeno. Nota: Los análisis bromatológicos fueron realizados por el Laboratorio Agropecuario Regional de la Comarca Lagunera, perteneciente a la Sociedad Cooperativa Agropecuaria de la Comarca Lagunera S.C.L. durante el mes de septiembre 2012.

El peso y la condición corporal fueron registrados del 15 de agosto del 2012 al 15 de noviembre del 2012. El empadre se realizó en los primeros días del mes de octubre. Además fueron determinados los parámetros reproductivos de las hembras (proporción de hembras en celo, duración del celo, latencia al estro y proporción de hembras preñadas). Los datos individuales de la condición y el peso corporal, fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), con medidas repetidas a dos factores (tiempo del experimento y tratamiento). Después, se realizaron pruebas de t independientes para comparar las cantidades promedios en cada medida. Los porcentajes de hembras en estro, porcentaje de gestación a los 45 días después de la monta registrada fueron sometidos a una prueba de Chi-cuadrada. La latencia al primer estro y la duración del celo fueron analizadas con una prueba de t student. Estos análisis se realizaron utilizando el programa estadístico de SYSTAT, versión 10 (SPSS, Evanson ILL). Los resultados son expresados en promedios  $\pm$  error estándar del promedio.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se puede apreciar que el peso corporal (Figura 1) de ambos grupos fue similar dentro de todo el periodo de estudio, lo que significa que no existió ninguna diferencia significativa en la ganancia del peso corporal entre grupos ( $P > 0.05$ ). El GC inicio con un peso de  $42.8 \pm 2.3$  kg y finalizó en  $46.7 \pm 2.4$  kg, mientras que el GH inicio con un peso  $42.9 \pm 2.5$  kg y finalizó en  $47 \pm 2.4$  kg; estos resultados son similares a los reportados por otros investigadores (López-Aguilar et al., 2009), donde experimentaron con una dieta que incluía forraje verde hidropónico de maíz y registraron el peso corporal de las cabras, observando que este se incrementó con las dietas que contenían FVHM, registrándose una tendencia a la alza durante las 7 semanas que duro el experimento. Es importante mencionar que a pesar de que las hembras entraron en empadre y quedaron gestantes aproximadamente los primeros días de octubre, se puede apreciar que se presentó una ganancia de peso importante y muy similar en ambos grupos de mediados de agosto a principios de octubre, lo cual indica que el FVHM proporcionó elementos nutritivos similares a los aportados por el concentrado comercial.

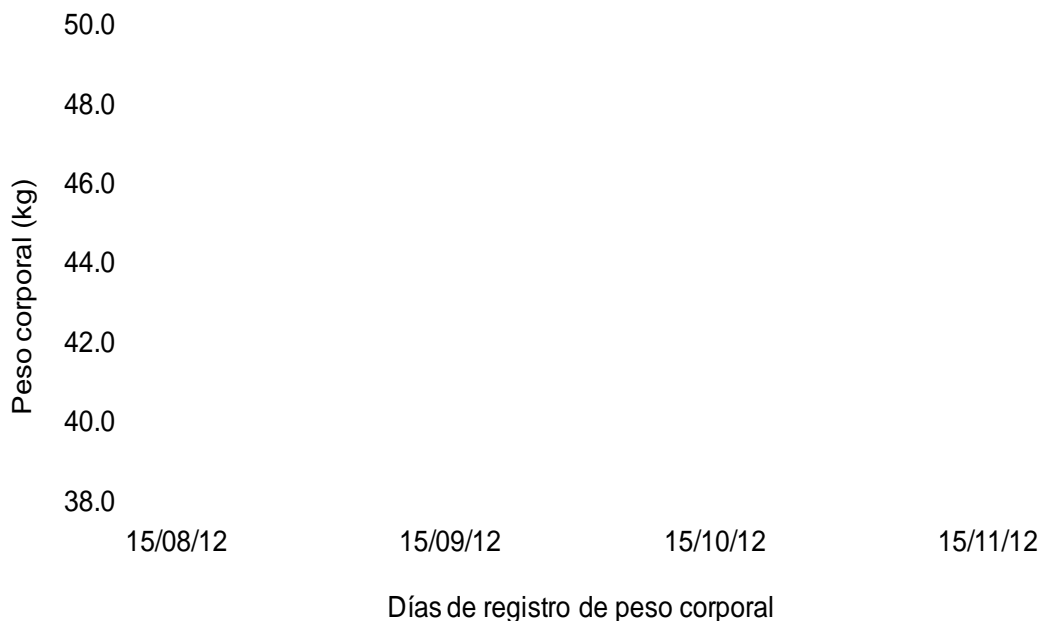


Figura 1. Peso corporal de las cabras Alpino-Francés alimentadas con heno de alfalfa y forraje verde hidropónico de maíz (FVHM). Grupo hidropónico (GH:◆) y Grupo concentrado (GC: ■;  $P > 0.05$ ).

De la misma manera, se registró la condición corporal en ambos grupos y se observó que fue similar dentro todo el periodo del experimento, lo que significa que no existió ninguna diferencia significativa en la condición corporal entre ambos grupos ( $P > 0.05$ ; figura 2). Estos resultados son similares a los reportados por otros investigadores (Rivas-Muñoz et al., 2010), donde mencionan que pudieron mantener una buena condición corporal (2.3) en cabras bien alimentadas durante un año con una dieta de alfalfa henificada y concentrado comercial. En este trabajo no fue medido el rechazo del alimento en los grupos experimentales, pero es importante mencionar que la diferencia entre grupos en la condición corporal fue mínima y no significativa al inicio del estudio (GC:  $2.5 \pm 0.2$  vs. GH:  $2.55 \pm 0.2$ ), con una ligera tendencia a disminuir a partir de los primeros días de octubre hasta noviembre (GC:  $2.4 \pm 0.2$  vs. GH:  $2.3 \pm 0.1$ ), lo que coincide con el inicio del empadre. Probablemente, esta disminución sea debida a que a partir del momento de introducir los machos a los grupos, las hembras sufrieron un estrés por la presencia de los mismos y disminuyeron su consumo de alimento. Es posible que esto generó un déficit en la energía y proteína consumida y provocó que se movilizaran sus reservas corporales para su compensación (Atti et al., 2004; Kusina et al., 2001), reflejándose en una ligera disminución en la condición corporal (figura 2).

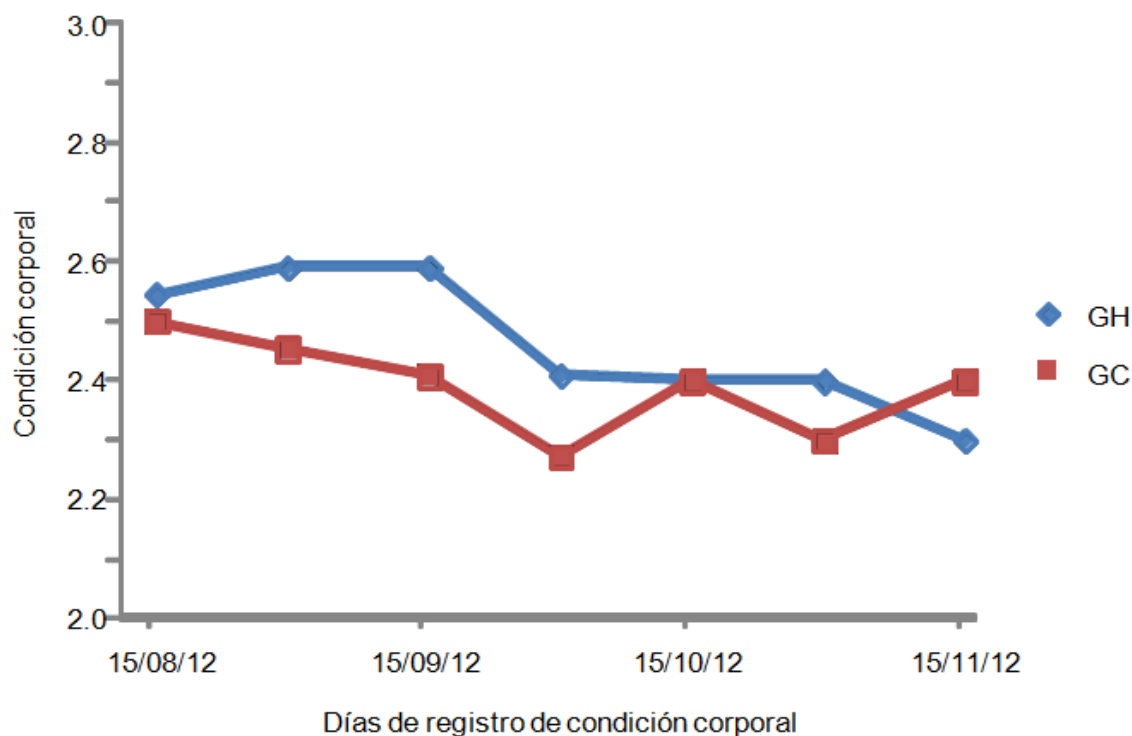


Figura 2. Condición corporal de las cabras Alpino-Francés alimentadas con heno de alfalfa y forraje verde hidropónico de maíz (FVHM). Grupo hidropónico (GH:♦) y Grupo concentrado (GC:■;  $P > 0.05$ ).

Todas las hembras en ambos grupos presentaron celo aproximadamente entre los 8 y 10 días después de la introducción de los machos a los grupos (cuadro 2). Estos resultados coinciden con los reportados por Rivas-Muñoz et al. (2010), donde encontraron que después de 14 días de la introducción de los machos, el 100% de las hembras con buena condición corporal (2.3) presentó actividad estral.

Cuadro 2. Parámetros reproductivos evaluados en las cabras Alpino-Francés alimentadas con heno de alfalfa y forraje verde hidropónico de maíz (FVHM;  $P > 0.05$ ).

	Grupo Hidropónico (GH)	Grupo Concentrado (GC)
% de hembras en celo	(11/11) 100%	(11/11) 100%
Duración de celo (hrs)	28	24
Latencia al estro (días)	10.8 d	8.7 d
% de hembras preñadas	(9/11) 80 %	(10/11) 90 %

Por otra parte, este trabajo registró que la latencia al estro fue diferente (GC: 8.7 días, GH: 10.8 días) con respecto a los resultados reportados (3.5 días) por los investigadores antes mencionados. Esta diferencia, probablemente sea debida a que la respuesta sexual en las hembras en anestro estacional es más rápida con respecto a las hembras en actividad sexual y

que los machos solo ejercen un efecto de sincronía en las hembras en actividad sexual. Finalmente, el porcentaje de hembras preñadas en ambos grupos fue similar (cuadro 6), aunque el GH fue un 10% menor que el grupo GC. Como se puede observar, los parámetros reproductivos evaluados en este trabajo fueron similares en ambos grupos ( $P > 0.05$ ). Se menciona que el consumo de energía de las cabras sexualmente maduras ejerce gran influencia sobre la reproducción, ya que aumenta el índice de fertilidad y reduce el intervalo entre los partos. Durante este periodo debe incrementarse el suministro de alimento de buena calidad y con un alto contenido energético, para evitar que se consuman rápidamente las reservas orgánicas de energía y prevenir posibles trastornos metabólicos (Mayén, 2009).

### **CONCLUSIÓN**

De acuerdo con los resultados obtenidos, la evaluación de la actividad reproductiva y condición corporal de las cabras Alpino-Francés alimentadas con heno de alfalfa y suplementadas con Forraje Verde Hidropónico de Maíz es muy similar a la actividad reproductiva y condición corporal de las cabras suplementadas con concentrado comercial.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Atti, N., Bocquier F., Khaldi G. (2004). Performance of the fat-tailed Barbarine sheep in its environment: adaptive capacity to alternation of underfeeding and re-feeding periods. A review. *Anim. Res.* 53, 165-176.
- Kusina NT, Chinuwo T, Hamudikuwanda H, Ndlovu LR, Muzanenhamo S. 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. *Small Rumin Res.* 39:283-288.
- López-Aguilar, R., Murillo, A.B. y Rodríguez, Q.G. (2009). El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Sitio Argentino de Producción animal. Interciencia.* Vol. 34 N° 2.
- Mayén mena, Javier. 2009. *Ganado Caprino.* Trillas, pag. 42.
- Rivas-Muñoz, R., Fitz-Rodríguez, G., Poindron, P., Malpoux, B., Delgadillo, J.A. 2007. Stimulation of estrous behavior in grazing female goats by continuous or discontinuous exposure to males. *J. Anim. Sci.* 85:1257–1263.
- Rivas-Muñoz R, Carrillo E, Rodriguez-Martinez R, Leyva C, Mellado M, Véliz F.C. 2010. Effect of body condition score of does and use of bucks subjected to added artificial light on estrus response of Alpine goats. *Trop Anim Health Prod.* 42:1285–1289.



## LA ALIMENTACIÓN AFECTA AL COMPORTAMIENTO SEXUAL DE LOS MACHOS CABRÍOS TRATADOS CON TESTOSTERONA EXÓGENA

Alvarado-Espinosa JF<sup>1</sup>, Véliz-Deras FG<sup>1</sup>, Ángel-García O<sup>1</sup>, Gonzalez-Tavizón A<sup>1</sup>, Calderón-L MG<sup>1</sup>, Véliz-Monroy LI<sup>2</sup>, Hernández-Bustamante JD<sup>1</sup>, De Santiago-Miramontes MA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Postgrado de Producción Agropecuaria UAAAN, Torreón, Coahuila, México. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Matamoros, Coahuila, México.  
programadocentemvz@yahoo.com

### INTRODUCCIÓN

Los machos cabríos multirraciales, locales del subtrópico de México (26°N), presentan un periodo de baja actividad sexual de febrero a abril, siendo éste el periodo natural de reposo sexual (Delgadillo *et al.*, 1999). En este periodo se han registrado bajos niveles de testosterona plasmática (Todini, 2007), hormona responsable del comportamiento sexual. Asimismo, un bajo nivel de esta hormona influye en el descenso del desempeño reproductivo (Carrillo *et al.*, 2011). Recientemente se comprobó que la administración de testosterona exógena en machos cabríos durante el periodo de inactividad sexual desencadena una serie de conductas sexuales en los machos capaz de inducir la conducta de estro, la ovulación y la gestación de un alto porcentaje de hembras anéstricas (Luna-Orozco *et al.*, 2012). Por otra parte, se ha demostrado que las hembras caprinas en baja condición corporal presentan una estación sexual más corta, con más ciclos estrales anormales y una menor tasa ovulatoria que las cabras con una condición corporal mayor (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2009), asimismo, es conocido que la subalimentación es un factor que puede afectar negativamente la actividad sexual de los machos (Walkden-Brown *et al.*, 1994). Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del nivel de alimentación sobre el comportamiento sexual de búsqueda y consumación de los machos cabríos tratados con testosterona exógena.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) región Norte-Centro. C.E. La Laguna, Matamoros, Coahuila, México. 103° 13' 42" longitud Oeste, y 25° 31' 41" latitud Norte. A partir del 3 de febrero 20 machos cabríos multirraciales adultos de 1 a 2 años de edad (n=5/grupo) similares en peso (41.4 kg ± 1.76 kg) y condición corporal (2.4 ± 0.06) fueron asignados a los siguientes grupos experimentales: El grupo NT<sub>4</sub> (dieta Normal + testosterona) recibió una alimentación de 0.5 kg de alfalfa, 1.1 kg de paja de avena y 0.2 kg de melaza por animal por día, más la aplicación de 25 mg de testosterona; el grupo NC (dieta Normal sin

testosterona; control) recibió una dieta igual más la aplicación IM de 1 ml de solución salina fisiológica (NaCl); el grupo BT<sub>4</sub> (dieta Baja + testosterona) recibió una alimentación basada en 0.3 kg de alfalfa 0.5 kg de paja de avena y 0.15 kg de melaza por animal, más la aplicación de 25 mg testosterona ; el grupo BC (dieta Baja sin testosterona; control) recibió una dieta igual más aplicación IM de 1 ml de NaCl. El tratamiento hormonal se realizó cada tercer día a partir del 24 de marzo (durante los 21 días previos a la evaluación final).

Semanalmente se registró el peso corporal con ayuda de una báscula romana de resorte, la condición corporal se evaluó por palpación del grosor de tejido muscular y graso en la región lumbar del animal, (rango: 1-4; 1=emaciado, 4=obeso). El 14 de abril se realizaron las pruebas de comportamiento sexual, en una corraleta individual, cada macho se expuso a una hembra inducida al estro por un periodo de 20 min, durante 2 días consecutivos. Las conductas sexuales registradas fueron categorizadas en 2 tipos: de búsqueda, (olfateos ano-genitales, aproximaciones, vocalizaciones y flehmen) y de consumación, (intentos de montas, montas, montas con desenvaine y montas con eyaculación).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los machos tratados con testosterona y dieta normal manifestaron un mayor número de comportamientos sexuales de búsqueda y consumación a comparación de los demás grupos. Adicionalmente, el segundo grupo con mejor comportamiento sexual fue el de machos tratados con testosterona y dieta baja, comparado con los dos grupos control. Figura 1.

El % de conductas de búsqueda fue diferente ( $P<0.05$ ) para todos los grupos (NT4= 53%, BT4=24%; BC=15%, NC= 8%). Asimismo, se registró diferencia ( $P<0.05$ ) en las conductas de consumación; NT4= 54%, BT4= 32%; BC= 10%, NC 4%. Los resultados aquí referidos confirman lo obtenido en un estudio anterior (De Santiago-Miramontes; resultados no publicados) en donde los machos fueron sometidos al mismo tratamiento sin obtener respuesta favorable, probablemente debido a que la condición corporal de los machos era baja a consecuencia de a una sequía prolongada.

Por el contrario, los machos del presente estudio fueron sometidos a diferentes niveles de alimentación y los resultados confirman lo publicado por autores de otras latitudes (Martin y Walkden-Brown 1995; Blache *et al.*, 2003; Walkden- Brown *et al.*, 1994; Rekik *et al.*, s/f) en donde el desempeño reproductivo de los machos medido en parámetros como conductas sexuales, diámetro testicular, niveles de testosterona, calidad espermática, olor, entre otros son significativamente mayores en los animales alimentados con una dieta adecuada que en aquellos sub-alimentados.

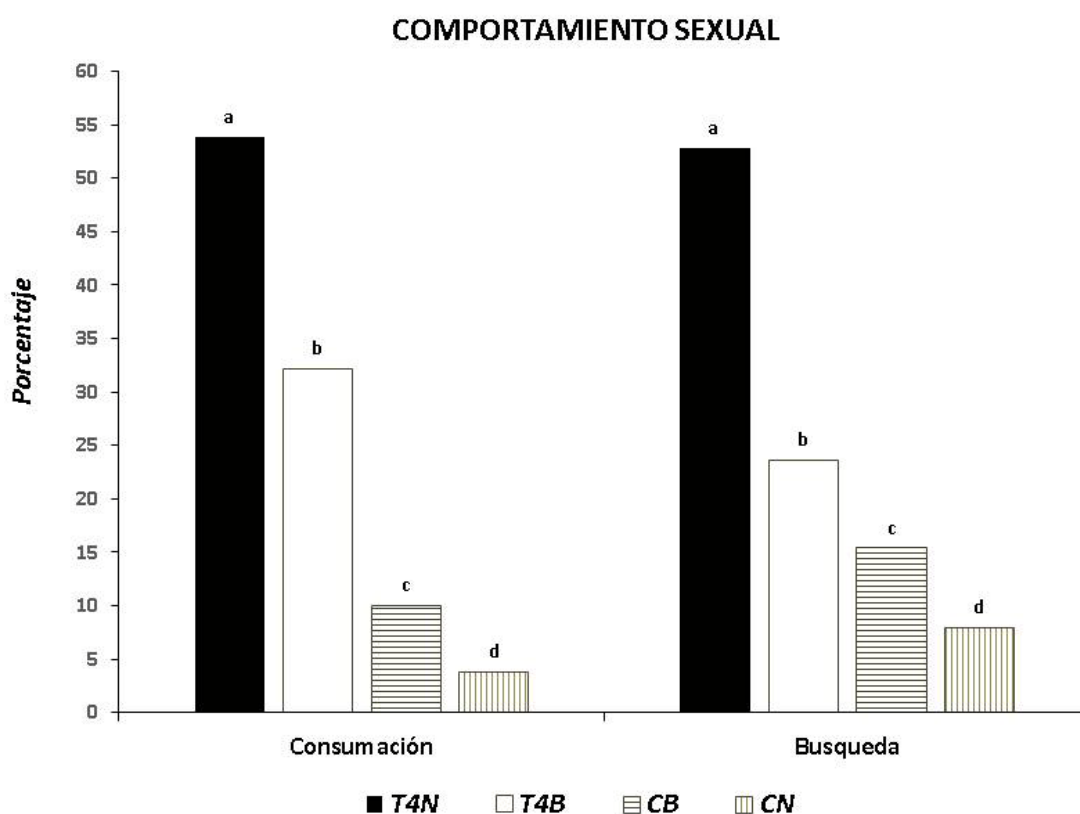


Figura 1. Porcentaje de conductas sexuales de 4 grupos de machos cabríos criollos sexualmente inactivos sometidos o no a tratamiento con testosterona exógena y con dieta normal y baja. Porcentaje de conductas sexuales en 20 minutos durante 2 días consecutivos.

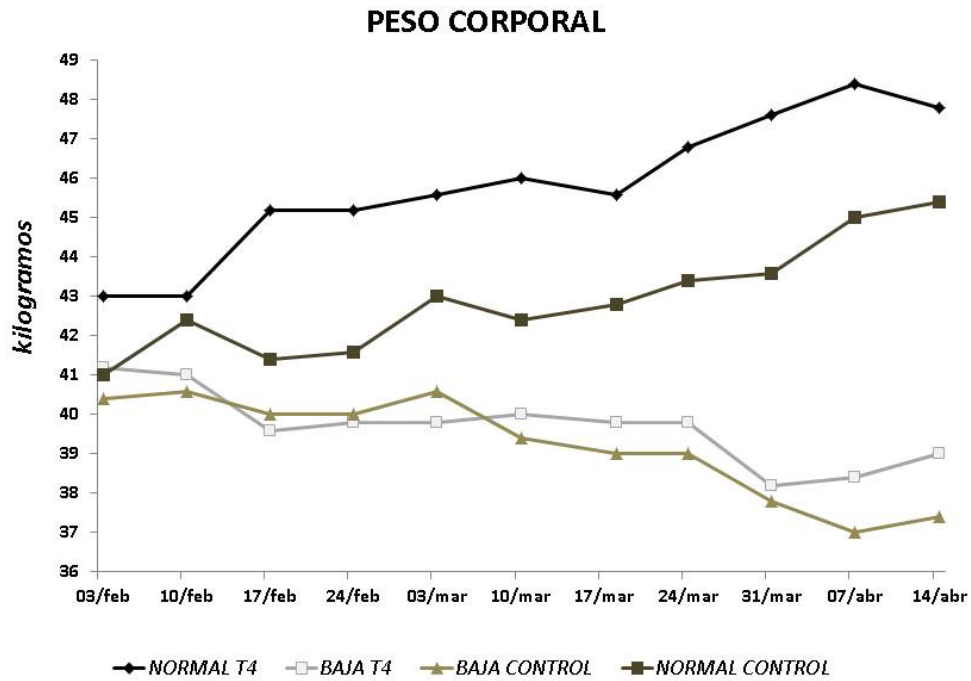


Figura 2. Evolución del peso corporal de 4 grupos de machos cabríos Criollos sexualmente inactivos sometidos o no a tratamiento con testosterona exógena y con dieta normal y baja.

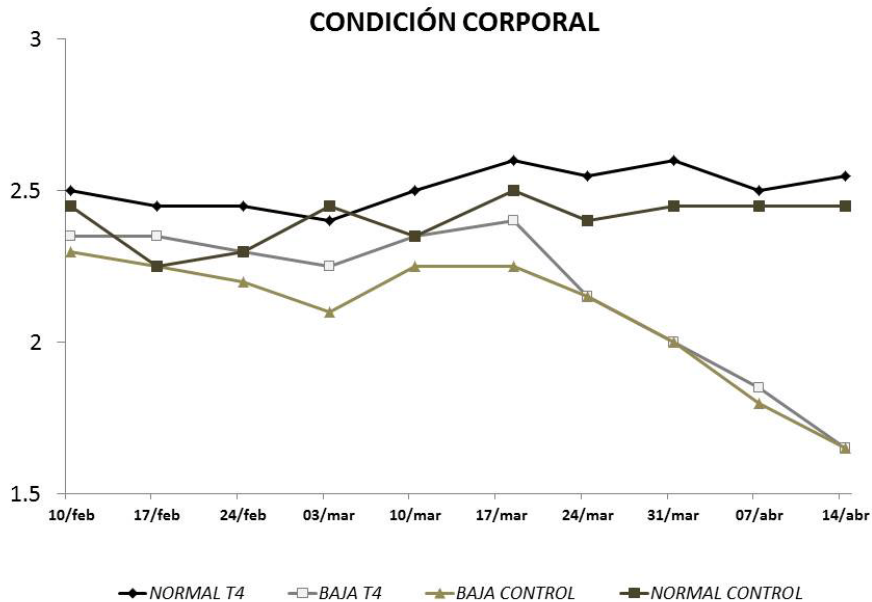


Figura 3. Evolución de la condición corporal de 4 grupos de machos cabríos Criollos sexualmente inactivos sometidos o no a tratamiento con testosterona exógena y con dieta normal y baja.

## CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio permiten concluir que el tratamiento con testosterona exógena estimula las conductas de búsqueda y consumación sexual de los machos cabríos durante el reposo sexual, sin embargo los machos subalimentados no responden a dicho tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Blache, D. Zhang, S. Martin, G. B. 2003. Fertility in male sheep: modulators of the acute effects of nutrition on the reproductive axis of male sheep. *Reproduction Supplement* 61, 387–402
- Carrillo, E., Tejada, L.M., Meza-Herrera, C.A., Arellano-Rodríguez, G., De Santiago-Miramontes, M.A., Mellado, M., Véliz, F.G., García, J.E. 2011. Response of sexually inactive French Alpine bucks to the stimulus of goats in oestrus. *Livestock Science*, 141, 202–206.
- De Santiago-Miramontes, M.A., Malpoux, B., Delgadillo, J.A., 2009. Body condition is associated with a shorter breeding season and reduced ovulation rate in subtropical goats. *An. Reprod.Sci.* 114, 175–182.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D., Malpoux, B., 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*, 52, 727–737.
- Luna-Orozco, JR., Guillen-Muñoz, JM., De Santiago-Miramontes, M.A., García, JE., Rodríguez-Martínez, R., Meza-Herrera, CA., Mellado, M., Véliz, FG. 2012. Influence of sexually inactive bucks subjected to long photoperiod or testosterone on the induction of estrus in anovulatory goats. *Trop Anim Health Prod* 44, 71–75.
- 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.
- Rekik, M., Lassoued, N., Ben Salem, H., Mahouachi, M. Interactions between nutrition and reproduction in sheep and goats with particular reference to the use of alternative feed sources. *Options Méditerranéennes, series a*, No. 74.
- Todini, L., Malfatti, A., Terzano, G.M., Borghese, A., Pizzillo, M., Debenedetti, A., 2007. Seasonality of plasma testosterone in males of four Mediterranean goat breeds and in three different climatic conditions. *Theriogenology*, 67, 627–631.
- Walkden-Brown, SW., Restall, BJ., Norton, BW., Scaramuzzi, RJ., Martin GB. 1994. Effect of nutrition on seasonal patterns of LH, FSH and testosterone concentration, testicular mass, sebaceous gland, volume and odour in Australian Cashmere goats. *J Reprod Fertil*, 102, 351-360.

**SUSTENTABILIDAD  
Y  
MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES**

---

**ANATOMÍA MICROSCÓPICA DE LA MADERA DE *Bursera morelensis* Ramirez.****Omar Durán-Guerra<sup>1</sup>, Paz A. Quintanar- Isaias<sup>1</sup>, Palmira Bueno Hurtado<sup>2</sup>, Diana Y. Ávila Flores<sup>3</sup>**

1 Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. guerra.duran.omar@gmail.com

2 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Estudios Interdisciplinarios Relación Agua, Suelo Planta Atmósfera (CENID-RASPA).

3 INIFAP-Campo Experimental Saltillo Centro de investigación regional de noreste

**INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial México está considerado como un país megadiverso, cabe señalar que la biodiversidad mexicana es el resultado de la coincidencia de las zonas biogeográficas neártica y neotropical (Zunino, 2003). Es por ello que alberga una gran variedad de ecosistemas templados, tropicales y semiáridos con una cantidad considerable de endemismos de flora (Rzedowski, 1978).

“Actualmente, los ecosistemas en las regiones tropicales subhúmedas o semiáridas, se encuentran en un delicado equilibrio ambiental” (Roig *et al*, 2012). Algunos trabajos han sido desarrollados con el fin de incrementar el conocimiento sobre este tipo de vegetación para desarrollar estrategias de manejo sustentable. Roig *et al*; (2012), realizaron un trabajo anatómico sobre los árboles útiles de Yucatán en el cual describen microscópica y macroscópicamente algunas especies maderables del estado.

En las selvas bajas caducifolias las especies del genero *Bursera* a menudo juegan un papel importante, pues son el estrato dominante. La familia Burseraceae incluye 18 géneros y centenares de especies distribuidas en los trópicos subhúmedos y secos de América, África y Asia. El género está conformado por poco más de 100 especies, de las cuales alrededor de 80 especies son exclusivas de México, (Rzedowski *et al.*, 2005). La mayor diversidad del género *Bursera* se presenta en la vertiente del pacífico mexicano, particularmente en la cuenca del río Balsas, donde alcanza una riqueza superior a 50 especies (Rzedowski y Guevara, 1992).

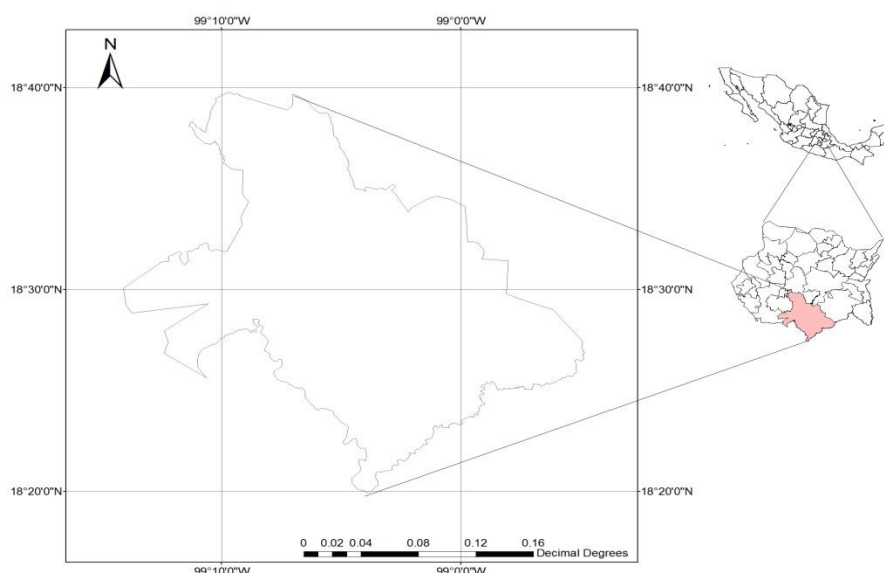
Las zonas tropicales de México son muy extensas. A pesar de ello en lo respectivo a la flora, se desconoce particularmente sobre la anatomía de varias especies maderables que habitan en estos ecosistemas. Los estudios anatómicos deben ser considerados como primordiales para la generación de información que de las bases para desarrollar estrategias de manejo sustentable, por ejemplo, el conocimiento de las características anatómicas de especies brinda la posibilidad

de realizar reforestaciones con especies que se adaptarán mejor a las condiciones del sitio, garantizando así el éxito de la misma (Quintanar, 2009).

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue realizar la caracterización anatómica de *Bursera morelensis*, con el fin de incrementar el conocimiento a nivel anatómico de la especie en una porción de selva baja caducifolia en el estado de Morelos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubicó en una porción de selva baja caducifolia en el Estado de Morelos, en el ejido Valle de Vázquez, dentro del municipio de Tlalquilténango, entre los 18°30' 08.1" de Latitud N y -99° 05' 10.9" de Longitud W.



**Figura1.** Localización geográfica del área de estudio en el municipio de Tlalquilténango en el estado de Morelos.

Se seleccionaron tres árboles de *Bursera morelensis* con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 50 cm. De cada árbol se extrajeron cubos de 2 x 3 cm de área con una profundidad de 3 cm. Para ello se empleó una navaja quirúrgica. Las muestras se fijaron en formol, ácido acético y alcohol en solución 1:1:1 (FAA), para su transporte y conservación en el laboratorio. Las muestras fueron redimensionadas a cubos de medio centímetro por lado y se lavaron con agua destilada al vacío e incluyeron en una solución de alcohol, glicerol y agua destilada al 5%. Posteriormente, se obtuvieron secciones radiales, tangenciales y transversales



de 20 micras de grosor en un criostato marca Leica a -20 °C. Las secciones se deshidrataron y tiñeron en azul alciano y rojo safranina (Ruzin, 1998). y finalmente las muestras se montaron en resina Entellan. La descripción de los caracteres anatómicos microscópicos de la madera se hizo acorde con el procedimiento descrito por el Comité de la IAWA (1989) y para los radios se procedió de acuerdo con lo propuesto por Kribs (1968 ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

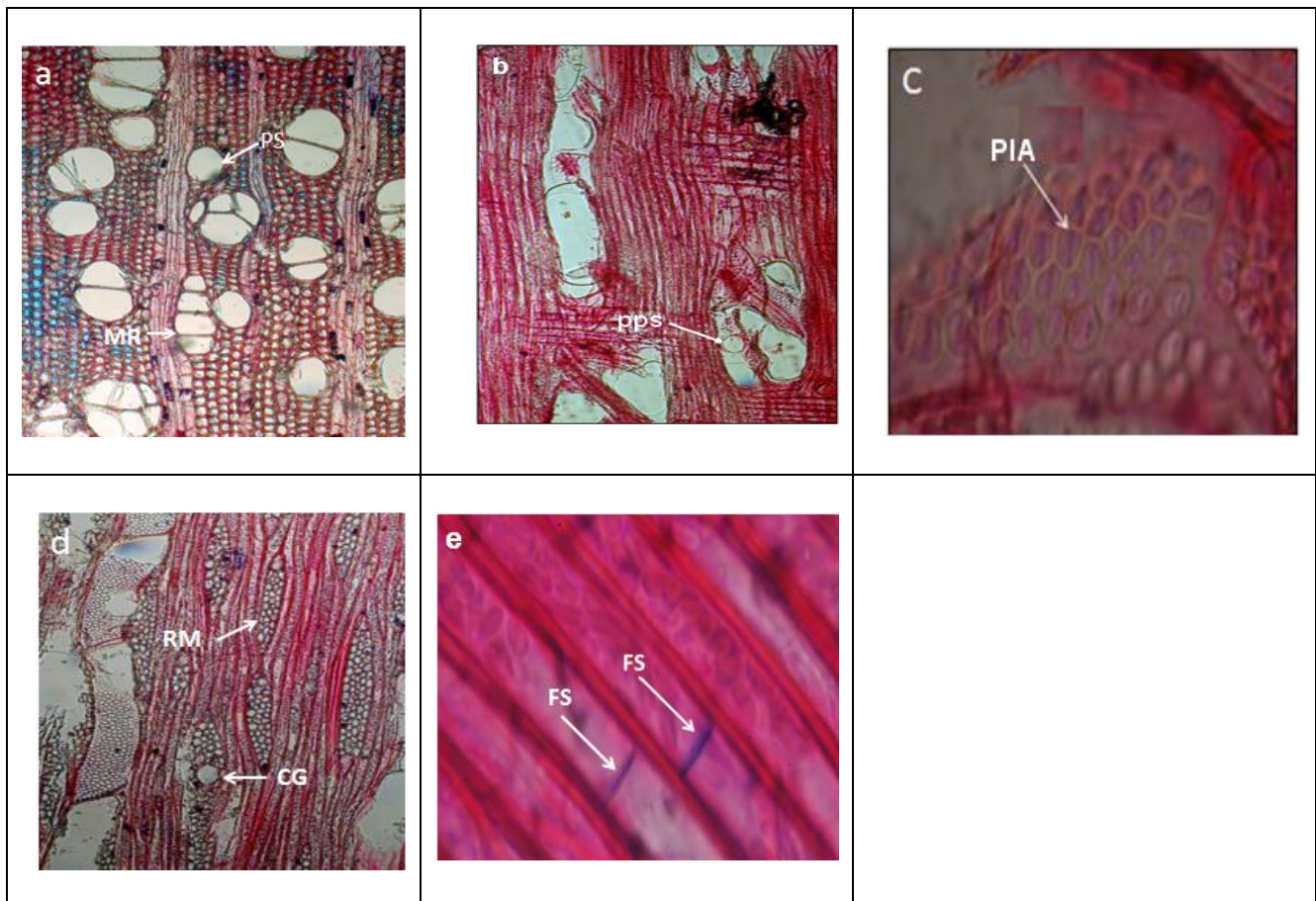
Anatomía de la madera de *Bursera morelensis*.

La madera de *B. morelensis* presenta anillos de crecimiento poco distinguibles lo que concuerda con los estudios realizados por Barajas Morales y Gómez (1989); Abundiz Bonilla *et al.*, (2004), en una selva baja caducifolia en Chamela, México, determinaron que *Bursera morelensis* entre otras especies del mismo género presentan anillos inconspicuos. Los anillos están formados por fibras radialmente comprimidas, esto posiblemente como respuesta de la especie al estrés hídrico debido a que en este tipo de vegetación hay periodos de sequía de hasta 6 u 8 meses, lo que reduce el diámetro de las fibras para soportar los eventos secos junto con la caducidad de las hojas.

Presenta porosidad difusa, con poros solitarios (53.39%) múltiples radiales de dos a tres (39.8%); en ocasiones agregados (6.79 %) (Figura 1a). La porosidad está relacionada con la humedad presente en el clima y en especies ubicadas en donde no existe una estacionalidad marcada, además de que se sabe que hacia zonas más áridas las fibras forman paredes más gruesas (Baas, 1983; Lindorf, 1994; Barajas Morales, 1985). Los elementos del vaso presentan punteaduras intervasculares alternas (Figura 1c), pequeñas a medianas (4 – 10 µm) con placas perforadas simples (Figura 1b). Las punteaduras de los campos de cruzamiento presentan bordes reducidos o aparentemente simples redondeadas y escaleriformes, estas punteaduras se consideran de pequeñas, medianas a grandes (5 – 16 µm).

Los vasos forman tilides con almidones en la albura y hacia el duramen con gomas y resina. El parénquima axial es escaso de tipo paratraqueal escaso, lo que es congruente con lo mencionado por Carlquist (1988), quien menciona que las fibras sustituyen al parénquima en su función de almacén. Forma cordones uniseriados de tres a cuatro células. Los radios son uniseriados y multiseriados (de 2 a 5 series, de tipo heterogéneos tipo III, con canales gomíferos en radios) con cristales en células alargadas (Figura 1d). El cuerpo está formado por

células procumbentes y sus extremos por cuadrados con cristales prismáticos en células cuadradas de los radios. Las fibras son septadas de paredes muy delgadas con punteaduras simples y presentan gran cantidad de granos de almidón (Figura 1e).



**Figura 1a.** Sección transversal de madera de *B. morelensis*. con poros solitarios y múltiples radiales b. placa perforadas simples (PPS) c. corte tangencial. Punteaduras intervasculares areoladas alternas. d. corte tangencial radios multiseriados con canales gomíferos. e. fibras septadas.

## CONCLUSIONES

Los caracteres anatómicos de la madera de *Bursera morelensis*, presenta anillos de crecimiento poco distinguibles, los cuales están delimitados por fibras radialmente comprimidas, presenta porosidad difusa. Los elementos del vaso presenta punteaduras intervasculares alternas,

pequeñas a medianas, con placas perforadas simples; El parénquima axial es escaso de tipo paratraqueal escaso. Los radios son uniseriados y multiseriados (de 2 a 5 series, de tipo heterogéneos tipo III, con canales gomíferos en radios). Dichos caracteres posiblemente están relacionados con el ambiente semi-húmedo tropical en el área, generalmente la presencia de porosidad difusa es resultado de ambientes donde no hay una estacionalidad marcada (Woodcock *et al.*,2000) sin embargo en este caso con respecto a la estacionalidad es diferente, hay una estacionalidad marcada y encontramos porosidad difusa, lo que posiblemente se explica por la disponibilidad de agua en el subsuelo y la presencia de fibras muy delgadas (Fahn *et al.*,1986), lo que permite que exista un continuo a lo largo del año en la relación suelo-planta- atmosfera.

Se trata de una madera blanda gracias a su densidad, su porosidad y diámetro de vasos, por lo que locatarios utilizan sus fustes, para levantar cercos guarda ganado, lo que amenaza la estructura de la selva en Morelos, además de una ganadería extensiva que genera compactación en el suelo y un ramoneo constante de los renuevos de varias especies, incluida *B. morelensis* . Es necesario proteger especies sobreexplotadas y con un uso irracional, lo que conlleva tomar medidas especiales, entre ellas conocer la fenología de la especie (Villanueva *et al.*,2013), así como su anatomía y fisiología para planes extensivos de reforestación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abundiz, B.L.A., J. Barajas-Morales y P. TenorioLezama. (2004). Anatomía de maderas de México: Árboles y arbustos del matorralxerófilo de Tehuacán,Puebla. Instituto de Biología UNAM. Publicaciones especiales 19.
- Baas P. 1983. Ecological patterns in xylem anatomy. En: Givnish T.J. Ed. On the Economy of Plant Form and Function, pp. 327- 352, Cambridge University Press, Cambridge.
- Barajas-Morales J. 1985. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. International Association of Wood Anatomists Bulletin new series 6:355-364.
- Carlquist, S. (1988). Comparative wood anatomy. Springer-Verlag, Berlin.
- Fahn A., Werker E. y Baas P. 1986. Wood Anatomy and Identification of Trees and Shrubs from Israel and Adjacent Regions. The Israel Academic of Science and Humanities, Jerusalèn.
- Gomez V, G. y Engleman,Mark. 1983. Wood anatomy of *Bursera longipes* and *Bursera copallifera*. IAWA Bulletin.n.s., Vol 4 (4).
- IAWA 1989. List of microscopic features for hardwood identification.n.s. 10 (3): 219-332
- Kribs, D.A. 1968. Comercial foreing Word on the american market. Dover publications. New York. E.U.A. 241 pp.
- Lindorf H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. International Association of Wood Anatomists Journal 15:361-376.
- Quintanar, I.P.A. (2009). Efecto de la inducción de Tíldes por cavitación en la arquitectura hidraulica del cocuite, (*Gliricidia sepium*). Fabaceae. Tesis Doctoral. UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA UNIDAD-IZTAPALAPA.
- Roig, F.A., J.Villanueva D., J.Jimenez O., W. John Hayden, J. Barajas M., B.H. Luckman. 2012. Anatomía de Maderas en comunidades rurales de Yucatán. Libro Técnico No. 4. INIFAP CENID-RASPA, Gómez Palacio, Durango. 242 p.

- Ruzin, S.E. (1998). Plant microtechnique and microscopy. New York Oxford. Oxford University Press, 98 pp.
- Rzedowski, J., Medina, R., & Calderón de Rzedowski, G.(2005). Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana*
- Rzedowsky, J. y Guevara, F.F. (1992). Burseraceae. Flora del bajío y de regiones adyacentes.Fasciculo 3
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México.
- Villanueva, D. J., Constante, G. V., Cerano, P. J., Martínez, S. A. R., Stahle, W. D., Estrada, A. J (2013) Fenología y crecimiento radial del sabino (*Taxodium mucronatum* Ten.) en el río san pedro mezquital, Durango.
- Woodcock W.D., Dos Santos G. y Reynel C. 2000. Wood characteristics of Amazon forest types. *International Association of Wood Anatomists Journal* 21: 277-292.
- Zunino, M. y Zullini (2003). Biogeografía *La dimensión espacial de la evolución*. Fondo de Cultura económica pp. 65-71

## **ELABORACIÓN DE PANQUÉ DE FRIJOL NEGRO RICO EN FIBRA**

**Figuroa-González Juan José <sup>a\*</sup>, Guzmán-Maldonado Salvador Horacio <sup>b</sup>, y Herrera-Hernández María Guadalupe <sup>b</sup>**

<sup>a</sup> INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Km 32 Carr. Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. <sup>b</sup> INIFAP-Campo Experimental Bajío. Km 6.5 Carr. Celaya-San Miguel de Allende, 38110 Celaya, Gto. \*jfiguroa@zacatecas.inifap.gob.mx

### **INTRODUCCIÓN**

El pan es uno de los productos básicos de la canasta alimenticia del ser humano. El pan ha sido la base de la alimentación desde hace más de 8000 años (Bourgeois y Larpent, 1995; Mesas y Alegre, 2002). Al principio el pan consistía de un producto plano debido a la falta del proceso de fermentación, que era elaborado con una masa preparada con granos machacados, la cual era cocida muy probablemente sobre piedras planas calientes (Seoane-Viqueira, 1997; Mesas y Alegre, 2002). Se cree que la civilización egipcia fue la que utilizó por primera vez la fermentación para dar origen a un producto más suave y atractivo (Mesas y Alegre, 2002; Seoane-Viqueira, 1997).

En el mercado se ofrecen panes que han sido preparados con harinas compuestas. Estos panes se producen mezclando harina de cereales, leguminosas, oleaginosas y tubérculos (Pacheco-Delahaye y Testa, 2005; Pacheco-Delahaye y Techeira, 2009). Estas harinas permiten la suplementación de la masa del pan, aumentando su valor nutritivo y ocasionando cambios en las características reológicas de la masa (Hamid y Luan, 2000; Pacheco-Delahaye y Testa, 2005; Pacheco-Delahaye y Techeira, 2009).

Además, la decisión de incluir a la harina de frijol como componente principal del panqué se basa en los reportes que indican que el frijol común es un alimento funcional o nutracéutico gracias a varios componentes contenidos en el grano que pueden promover la salud o prevenir enfermedades (Guzmán Maldonado *et al.*, 2002).

El consumidor de hoy día se preocupa un poco más por comer saludable. En consecuencia tiende a cambiar sus hábitos alimenticios dejando alimentos de bajo mensaje nutricional por aquellos saludables y de buena calidad (Aubourg, 2008). Desafortunadamente esta tendencia no está generalizada en nuestro país. Por el contrario algunos sectores de la población están abandonando el consumo de los alimentos tradicionales de la dieta mexicana. Ejemplo de lo

anterior es el frijol, cuyo consumo per cápita en México en 1995 era de 25 kg y en la actualidad ha disminuido hasta 11 kg por persona por año (Figueroa *et al.*, 2010). Aunado a lo anterior, la cadena de producción de frijol en México enfrenta altos costos de producción y un deterioro continuo de los precios en el mercado (Ayala *et al.*, 2008). Por tanto, el objetivo de este trabajo fue elaborar panqué de frijol negro comparado nutritivamente con uno comercial contribuyendo al incremento del consumo per cápita de frijol, y ofreciendo a la población alimentos novedosos y altamente nutritivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**MATERIA PRIMA:** Se utilizó como fuente vegetal la variedad de frijol de temporal del año 2010: Negro Frijozac. Ésta fue proporcionada por la Integradora Estatal de Productores de Frijol de Zacatecas S. A. de C. V., y harina blanca de trigo comercial adquirida en un centro comercial.

### Elaboración del panqué de frijol.

La formulación del panqué para preparar 100 gr de harina, se reporta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Formulación del panqué de frijol.

INGREDIENTE	Cantidad (%)
Harina de frijol	17.1
Harina de trigo	4.3
Azúcar	15.0
Mantequilla	15.0
Huevo	25.7
Polvo para hornear	1.1
Sal	0.1
Vainilla	0.4
Leche	21.4

El panqué se elaboró de manera manual, en la planta experimental agroindustrial, ubicada en el INIFAP Campo Experimental Zacatecas. El frijol crudo se molió (molino Modelo 4 Thomas-Wiley Laboratory mill) para obtener la harina y esta se empacó en bolsas de papel a una temperatura constante de 20 °C. La elaboración se hizo de la siguiente manera: en un recipiente se colocaron los dos tipos de harina, se adicionaron los demás ingredientes, polvo

para hornear, sal; y se mezclaron en forma manual con una paila de madera, después se agregaron las yemas, la leche en polvo disuelta en agua y la mantequilla previamente mezclada con el azúcar (para evitar la formación de grumos en la pasta), se incorporaron las claras batidas a punto de turrón y los saborizantes, se vaciaron en moldes y se hornearon a 250 °C durante 40 minutos, se deja reposar en el horno por 15 minutos y pasado el tiempo se saca para enfriar a temperatura ambiente. Finalmente, se desmolda.

### **Análisis proximal.**

El contenido de humedad, extracto etéreo y cenizas fueron determinados por los métodos descritos por la AOAC (1990). El contenido de proteína total se determinó de acuerdo con Villegas y Mertz (1970), por el método de Micro-Kjeldahl y para el contenido de fibra dietaria total se utilizó el método gravimétrico enzimático (Prosky *et al.*, 1998).

### **Análisis estadístico**

Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), para comparación de medias. Los resultados fueron expresados como la media  $\pm$  desviación estándar (DE), se analizaron usando el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS, 2002).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 2, el contenido de proteína presente en la harina de frijol es de 23.9%, y el panqué de frijol contiene 30% más proteína que el comercial, por lo que el mensaje nutricional de este producto es de mejor calidad. Por otro lado, el contenido de grasa del panqué de frijol es similar al del panqué comercial, sin embargo, la mantequilla que se le añadió al panqué de frijol es de origen animal y por lo tanto contiene grasas saturadas, el frijol contiene grasas mono y poliinsaturadas altamente recomendables para una mejor salud cardiovascular. Por el contrario, en la etiqueta del panque comercial se declara que contiene mantecas vegetales parcialmente hidrogenadas las cuales se sabe que presentan altos contenidos de ácidos grasos trans que son mucho más dañinos para el corazón que las grasas saturadas (Justo-Baustista *et al.*, 2010).

Dado que el contenido de cenizas representa los minerales y en el panqué de frijol es aproximadamente tres veces mayor que en el panqué comercial. Seguramente el contenido de minerales en el panqué de frijol sea mucho más completo dado que el frijol es fuente de hierro, zinc y calcio; entre otros. Con respecto al contenido de fibra dietética, en el panqué de frijol es hasta cinco veces mayor que en el panqué comercial. (Vergara-Castañeda *et al.*, 2010).

En la Tabla 2 se puede apreciar que el contenido de humedad de la harina de frijol fue de 5.5%, 21.1% en el panqué de frijol, y 23.8% en el comercial. Se sabe que el panqué como otros productos horneados son buenos sustratos para el crecimiento de microorganismos debido a su contenido de humedad (Álvarez *et al.*, 2010). Sin embargo, aun cuando el panqué comercial contiene más humedad, este presenta mayor vida de anaquel debido a los conservadores que contiene. Por lo que es necesario añadir un conservador de grado alimenticio para el panqué de frijol.

**Tabla 2.** Composición química (%) del panqué de harina de frijol y un panque comercial.

Determinación	Panque de Negro Frijozac	Panque comercial
Proteína	15.1 ± 0.21 <sup>a</sup>	9±0.075 <sup>b</sup>
Grasa	17.0 ± 0.09 <sup>a</sup>	15.85±0.345 <sup>b</sup>
Cenizas	3.9 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.23±0.06 <sup>b</sup>
Fibra	27.7 ± 0.73 <sup>a</sup>	4.95±0.221 <sup>b</sup>
Carbohidratos	36.4 ± 0.88 <sup>b</sup>	68.96±0.822 <sup>a</sup>

Medias en renglones con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey,  $p < 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

El consumo de frijol actualmente ha disminuido por lo que es importante buscar nuevas tecnologías de alimentos que permitan el aumento de consumo de esta leguminosa. El panqué de frijol es una alternativa para mejorar los canales de comercialización del frijol. Además, es alto en fibra dietaria lo que permite su aportación en el control y prevención de enfermedades crónicas degenerativas y puede ser competitivo por su aporte nutricional comparado con los panqués comerciales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Falco, S. y Castillo, A. 2010. Crecimiento de mohos visible en panqué envasado con etanol. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1(2):272-281. Disponible en línea: [http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol1Num2/ArchivosV1N2/Alvarez\\_Marta\\_et\\_al.\\_RVCTA-V1N2.pdf](http://www.rvcta.org/Publicaciones/Vol1Num2/ArchivosV1N2/Alvarez_Marta_et_al._RVCTA-V1N2.pdf). Consultado el día 13 de junio de 2011.
- Aubourg, N. (2008). Desarrollo de una barra de desayuno a base de sorgo (*Sorghum Bicolor* L. Moench) y granola. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano Honduras. Disponible en línea: [http://zamo-oti-2.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2008/T2546.pdf](http://zamo-oti-2.zamorano.edu/tesis_infolib/2008/T2546.pdf). Consultado el día 12 de septiembre de 2011.



- Ayala, A. G., Schwentesius, R. R., y Almaguer, V. G. 2008. La competitividad del frijol en México. Artículo técnico. Consultado el 16 de agosto de 2010 desde <http://www.elcotidianoenlinea.com.mx/pdf/14710.pdf>
- Bourgeois, C. M. y Larpent, J. P. 1995. Microbiología Alimentaria II: Fermentaciones Alimentarias. Ed. Acribia, Zaragoza.
- Figueroa, G. J. J., Guzmán, M. S. H., Herrera, H. M. G., Rumayor, R. A. F., Alvarado, N. M. D., Sánchez, T. B. I. 2010. Botana a base de frijol con alto valor nutricional y nutracéutico. Folleto Técnico No. 28. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 27p.
- Guzmán, S.; Acosta, J.; Alvares, M.; García, S. y Loarca, G. 2002. Calidad alimentaria y potencial nutracéutico del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Agricultura Técnica en México, Julio- Diciembre, vol. 28, N°.002 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Texcoco, México, pp. 159-173.
- Hamid, A. A. y Luan, Y. 2000 Functional properties dietary fiber prepared from defatted rice bran. Food Chem. 68: 15-19.
- Justo-Bautista, M.; Pineda – Torres, R. I.; Camarena- Aguilar, E.; Alanís- Guzmán, G.; Mota, V. M. y Barboza- Corona, J.E. 2010. El nopal fresco como fuente de fibra y calcio en panqué. Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. Acta universitaria. 20(3): 11-17.
- Mesas J. M. y Alegre M. T. 2002. El pan y su proceso de elaboración. Ciencia y Tecnología Alimentaria. SOMENTA, Reynosa, México. 3(5): 307-313.
- Pacheco-Delahaye, E. y G. Testa. 2005. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. INCI. 30(5): 300-304. ISSN 0378-1844.
- Pacheco-Delahaye, E., y Techeira, N., 2009. Propiedades químicas y funcionales del almidón nativo y modificado de ñame (*Dioscorea alata*). Interciencia. 34(4): 280-285.
- Seoane-Viqueira R. M. 1997. Evolución del sector panadero: Técnicas actuales de panificación. Ciencia y Tecnología Alimentaria. SOMENTA. Reynosa, México. 1(5): 149-152.
- Vergara-Castañeda, H. A., Guevara-González, R. G., Ramos-Gómez, M., Reynoso-Camacho, R., - Maldonado, S. H., Feregrino-Pérez, A. A., Oomah, B. D. and Loarca-Piña, G. 2010. Non-digestible fraction of cooked bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Bayo Madero suppresses colonic aberrant crypt foci in azoxymethane-induced rats. Food Funct. 1: 294-300.

## DETERMINACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN TRIGO GRANO IRRIGADO POR GRAVEDAD EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA Y SAN LUIS RIO COLORADO, SONORA

José Luís Ríos Flores<sup>1\*</sup>, José Ruiz Torres<sup>1</sup>, Rafael Castro Franco<sup>1</sup>, Miriam Torres Moreno<sup>2</sup>, Marco Antonio Torres Moreno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, 35230. Durango, C.P. e-mail: [j.rf2005@hotmail.com](mailto:j.rf2005@hotmail.com) (\*Autor responsable).

<sup>2</sup>SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

### INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el trigo es el cereal que más se utiliza en la alimentación humana, en México ocupa el segundo lugar después del maíz. En el Noroeste de México se siembra el 63.18% del trigo, con 457,419 hectáreas. En el Valle de Mexicali, B. C. y San Luis Rio Colorado, Sonora, el trigo ocupa un total de 96,090 hectáreas bajo condiciones de riego (INIFAP, 2011). El Distrito de Riego 014 Río Colorado está conformado por 211, 625 hectáreas de las cuales 181,318 corresponden al Valle de Mexicali. El patrón de cultivos en el Distrito de Riego Río Colorado durante el ciclo otoño – invierno está compuesto por: trigo, cártamo, cebada, cebollín, ryegrass y hortalizas, mientras en el ciclo primavera – verano predominan el algodón, sorgo grano, sorgo forrajero, y maíz, siendo, la alfalfa, esparrago, vid, zacate bermuda, y frutales son los cultivos más sobresalientes (CONAGUA, 2012). El Distrito de Riego Río Colorado se complementa con 30, 307 Unidades de Riego con un consumo anual de 2, 825 Hm<sup>3</sup>. Sin embargo, la eficiencia en el riego, es de 50.5%, debido a las prácticas rudimentarias de riego, así como la falta de mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura hidráulica, y los problemas de nivelación e inadecuado manejo del agua a nivel parcelario (CONAGUA, 2012), además de que de acuerdo con García (1964), el clima del DR014 es desértico seco extremo, con temperatura media anual superior a 22°C y con régimen de lluvias en invierno con precipitación menor de 36 mm, nos obliga a incrementar la productividad agrícola y hacer más eficiente la utilización del agua de riego, sobre todo, tratándose de zonas áridas y semiáridas en las que el recurso agua es escaso.

En este sentido la Huella Hídrica (HH), es un indicador del uso del agua que incluye tanto el uso directo como indirecto de un consumidor o productor. Este índice se mide en términos de volumen de agua consumida por unidad de tiempo. La Huella Hídrica es un indicador geográfico y temporalmente explícito ya que explica el ¿cuándo? y ¿cómo? es que el agua se

emplea(Hoekstra *et al.*, 2011; Tolón *et al.*, 2013), este indicador será empleado como herramienta que permitirá a los tomadores de decisiones, asignar, en forma óptima y eficiente, los escasos recursos del planeta. En este sentido este trabajo tuvo como objetivo determinar la huella hídrica en trigo, mediante indicadores de productividad y eficiencia del agua irrigada mediante gravedad en trigo grano del DR014.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del área de estudio.** Se seleccionó el Distrito de Riego 014, donde predomina el clima templado regular clima desértico seco extremoso Bw (h') h (x') (e'), con temperatura media anual superior a 22°C, la del mes más frío de 14.1°C, con régimen de lluvias en invierno con precipitación menor de 36mm con oscilación anual de temperaturas medias mensuales entre 14.1 y 33.3°C, lo que significa una variación de 19.2°C (García, 1964), considerándose al trigo como el principal cultivo en superficie con 96,090 hectáreas.

**Fuentes de información.** Se emplearon datos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola, ciclo 2012, del SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera), específicamente cifras de superficie cosechada, producción física anual, Precio Medio Rural (PMR), y rendimientos físicos ha<sup>-1</sup> del trigo grano. Para los costos por hectárea se emplearon datos del Sistema de Agrocostos de FIRA (2012), a través del cual se obtuvo el costo total por hectárea. Asimismo, los costos de producción por hectárea de FIRA, considera el volumen neto de agua irrigada al cultivo.

Indicadores de eficiencia y productividad. Los índices empleados para el análisis de la eficiencia física y económica del uso del agua, fueron la eficiencia del uso del agua expresada en kg m<sup>-3</sup> (Y<sub>1</sub> y Y<sub>2</sub>), y la productividad bruta m<sup>-3</sup>, o la eficiencia económica (Y<sub>3</sub>-Y<sub>7</sub>).

$$Y_1 = \frac{V}{RF} = \frac{10000LR}{RF} = L \text{ kg}^{-1} \quad Y_2 = \frac{1}{Y_1} = \frac{RF}{V} = 0.0001 \frac{RF}{LR} = \text{kg m}^{-3}$$

$$Y_3 = \frac{V}{RM} = \frac{10000LR}{RM} = \frac{10000LR}{RF(Pr)} = L \$^{-1} \quad Y_6 = \frac{1}{Y_5} = \frac{V}{U} = \frac{10000LR}{U} = \frac{\text{Litros}}{\$1 \text{ Utilidad}} = L \$^{-1}$$

$$Y_4 = \frac{1}{Y_3} = \frac{RM}{V} = \frac{0.0001RM}{LR} = \frac{0.0001RF(Pr)}{LR} = \$ \text{m}^{-3} \quad Y_7 = \frac{Cr}{LR} = \frac{\$}{\text{m}^3} = \$ \text{m}^{-3}$$

$$Y_5 = \frac{U}{V} = \frac{I-C}{10000LR} = \frac{0.0001(RF(Pr)-C)}{LR} = \text{Utilidad m}^{-3}$$

Utilizamos los costos de producción del trigo grano para calcular varios índices y, de estos hacer un análisis económico. La utilidad (U) se obtuvo como diferencia entre ingresos y costos, lo que representa la utilidad del productor. Como indicadores microeconómicos utilizamos el

$$\text{precio del metro cúbico de agua (Y}_8\text{)}. Y_8 = \frac{U/m^3}{\text{Precio del agua}/m^3}$$

El indicador social del agua fue la Y<sub>9</sub>. Esta eficiencia, es propuesta por algunos autores como la relación que existe entre el empleo y el agua consumida, utilizados en la evaluación de la eficiencia del agua en árboles frutales (Hussain *et al.*, 2007).

$$Y_9 = \frac{E * 10^{-1}}{n \sum_{i=1}^n V_j} = \frac{\text{Empleos}}{\text{hectómetro}} = \text{empleoshm}^{-3}$$

Además variables de eficiencia social se evaluaron las siguientes:

$$Y_{10} = \frac{J * 8}{RF} = \frac{h}{kg} \quad Y_{11} = \frac{S * U}{\text{Empleos anuales}} = \frac{\text{Ganancia}}{\text{Trabajador}} \quad Y_{12} = \frac{U}{j * 8} = \frac{\text{Ganancia}}{h}$$

$$Y_{13} = \frac{\text{Costos } ha^{-1}}{\text{Precios } t^{-1}} = t \text{ } ha^{-1} \quad Y_{14} = \frac{RF}{Y_{12}}$$

Donde:

LR = Lámina de riego (m) del cultivo, V = Volumen de agua (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) del cultivo = LR\*10000,

$$\sum_{i=1}^n V_j = \text{Volumen de agua usado (m}^3\text{) por toda la superficie irrigada del cultivo}$$

RF= Rendimiento físico por hectárea (t ha<sup>-1</sup>)

I= RM= Ingreso o rendimiento monetario por hectárea (\$ ha<sup>-1</sup>)

C= Costo / hectárea (\$ ha<sup>-1</sup>)

Cr= Costo del riego (\$ m<sup>-3</sup>)

U = I – C=Utilidad o ganancia bruta (\$ ha<sup>-1</sup>)

Pr = Precio real (\$ t<sup>-1</sup>)

E = Número de empleos generados al año por el cultivo = S\*J/288.

S= Superficie cosechada del cultivo (ha)

J= Numero de jornales por hectárea.

288 = Número de jornadas de trabajo al año por trabajador

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Eficiencia física del agua de riego en el cultivo de trigo

El análisis de la eficiencia del agua se observa en el Cuadro 1, mismo que muestra los indicadores productivos, económicos y sociales. Se determinó que el indicador de la  $Y_1$  fue  $1.498 \text{ m}^3$ , es decir; se emplearon 1,498 litros de agua para generar un kilogramo en Mexicali y a nivel estatal Baja California (BC), sin embargo al desglosar por municipio se observó que el indicador se elevó hasta  $3,113 \text{ L kg}^{-1}$  en Ensenada, mientras que en la Comarca Lagunera, de acuerdo con Rios *et al.*(2014), en el ciclo 2012 se demandaron  $5,323 \text{ L kg}^{-1}$  de trigo, lo que evidencia la menor eficiencia física del uso del agua en trigo grano. Visto desde otro ángulo, la variable  $Y_2$  señala que en BC, se generaron  $0.667 \text{ kg m}^{-3}$  en promedio, y  $0.668 \text{ kg m}^{-3}$  en Mexicali. Comparativamente, en relación al trigo producido en la Comarca Lagunera, el indicador fue  $0.188 \text{ kg m}^3$ , lo que muestra que en la Comarca Lagunera es menos productivo el uso del agua en relación a BC y Mexicali.

Cuadro 1: Indicadores de la *Huella Hídrica* mediante indicadores de eficiencia física ( $Y_1$  y  $Y_2$ ), económica ( $Y_3$  a  $Y_6$ ) y social ( $Y_7$  a  $Y_{11}$ ) del agua de riego en Trigo grano.

Variable económica	Ensenada	(Mexicali) Río Colorado	Baja California
$Y_1 = \text{m}^3 \text{ kg}^{-1}$	3.113	1.498	1.498
$Y_2 = \text{kg m}^{-3}$	0.321	0.668	0.667
$Y_3 = \text{m}^3 \text{ \$1}^{-1}$ de ingreso bruto	1.100	0.419	0.419
$Y_4 = \text{Ingreso bruto m}^{-3}$	0.91	2.39	2.38
$Y_5 = \text{Utilidad bruta m}^{-3}$	- 1.51	- 0.03	- 0.03
$Y_6 = \text{m}^3 \text{ \$1}^{-1}$ de utilidad bruta	- 0.662	- 29.890	- 29.090
$Y_7 = \text{Precio del m}^3$ de agua al productor	\$ 0.19	\$ 0.19	\$ 0.19
$Y_8 = \text{Utilidad bruta m}^{-3}/\text{Costo m}^{-3}$ agricultor	- 8.13	- 0.18	- 0.18
$Y_9 = \text{Empleos hm}^{-3}$	2.5	2.5	2.5
$Y_{10} = \text{h ton}^{-1}$	18.27	8.79	8.79
$Y_{11} = \text{Ganancia regional por trabajador}$	- 592,998	- 13,135	- 13,496
$Y_{12} = \text{Ganancia h}^{-1}$	-257.4	-5.7	-5.9
$Y_{13} = \text{Punto de Equilibrio (ton ha}^{-1})$	8.279	6.553	6.553
$Y_{14} = \text{Vulnerabilidad crediticia}$	0.38	0.99	0.99

Fuente: Elaboración propia.

### Eficiencia económica del agua de riego en el cultivo de trigo

De acuerdo con el Cuadro 1, el uso de cada  $\text{m}^3$ , generó pérdidas, por ello el signo negativo del indicador de la  $Y_5$  (-0.03), es decir; el uso de cada metro cúbico en trigo grano, generó 0.3 centavos de pérdida, en BC y Mexicali, mientras en Ensenada, la pérdida fue de -\$1.51. Lo cual

coincide con lo encontrado por Ríos *et al.* (2014) para el trigo grano de la Comarca Lagunera, al determinar pérdidas de 0.47 centavos  $m^{-3}$ . En este sentido la variable Y6, muestra que producir \$1 de pérdida implicó el uso de 662 L en Ensenada y 29.9 L en Mexicali y BC; asimismo, Gutierrez (2012) determinó que en la Comarca Lagunera se invirtieron 2,107 L para producir \$1 de pérdida. Este indicador muestra que podemos mejorar el uso de agua en el cultivo ajustando los aportes a los requerimientos hídricos, mejorando la infraestructura hidrológica, utilizando variedades resistentes a estrés hídrico, en tanto que el trigo es un alimento básico de importancia social. Otro indicador importante es el precio al que se vendió cada  $m^3$  al agricultor de trigo, ( $Y_7$ ), determinándose que el precio del agua ascendió a \$0.19  $m^3$ . El costo del agua es un índice particularmente importante sobre todo en regiones áridas y semiáridas donde la superficie de cultivos tiende a expandirse. Este índice por lo tanto indica las estrategias de riego a seguir y los cultivos que serían competitivos bajo determinadas circunstancias (García y García, 2008).

### **Eficiencia social del agua de riego en el cultivo de trigo**

En cuanto a la eficiencia social del agua, que es la cantidad de empleos generados por hectómetro de agua, el indicador fue 2.5 empleos  $hm^{-3}$  en las tres regiones analizadas. Este indicador es alto en relación a otros cultivos como maíz forrajero (0.065) o (0.090) en alfalfa de la Comarca Lagunera (Ríos *et al.*, 2013), por otro lado en relación a las horas invertidas de trabajo por tonelada de trigo, en Mexicali fue de 8.79  $hton^{-1}$ , mientras que en La Laguna, el indicador fue 59.37  $h ton^{-1}$ , lo que indica un mayor grado de mecanización en el Valle de Mexicali. Finalmente bajo las mismas condiciones de cultivo, así como de mercado la cantidad mínima que se requiere producir para tener una operación viable (punto de equilibrio) fue de 8.279  $t ha^{-1}$  en Ensenada, 6.553  $t ha^{-1}$  en BC y Mexicali. Tomando en consideración la producción en cada una de las tres regiones, se observa que Ensenada no logra estar por sobre el punto de equilibrio lo que la hace poco productiva en relación a Ensenada y Mexicali, que se ubicaron por encima del punto de equilibrio, por lo que resultaron ampliamente productivos. Esto finalmente afecta a la vulnerabilidad crediticia en tanto que la región de Ensenada el indicador fue 0.38, es decir; de cada peso que se invierte en producción de trigo solo se recupera el 38% de esa inversión.

## CONCLUSIONES

Se concluye que de las regiones analizadas el DR014, Río Colorado muestra mayor productividad y eficiencia física, al producir más grano por unidad de agua, sin embargo no mostró ser eficiente en el uso del agua en términos económicos y sociales.

## BIBLIOGRAFÍA

- CONAGUA. 2012. Programa Hídrico por Organismo de Cuenca. Visión 2030, Península de Baja California. 1era Edición. SEMARNAT. México. DF. 302p. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/1-sgp-17-12pbc.pdf>
- FIRA. (2012). Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios. URL: [www.fira.gob.mx](http://www.fira.gob.mx)
- García, E. 1964. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Ed. Offset Larrios. México. s/p.
- García, G., J. & García, B., J. (2008). Eficiencia Económica del Agua de Riego en el Cultivo de Diferentes Grupos Varietales de Melocotón. *Fruticultura Profesional*. 172: 28-139. <http://dx.doi.org/10.4236/ojacct.2013.24014>
- Gutiérrez M., C. 2012. Indicadores de evaluación de la huella hídrica en los cultivos básicos irrigados por gravedad del DR-017 Comarca Lagunera. Tesis. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo México.
- Hoekstra Arjen Y., Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen. 2011. The Water Footprint Assessment Manual Setting the Global Standard. Earthscan Ltd, Dunstan House, 14a St Cross Street, London. ISBN: 978-1-84971-279-8.
- Hussain, I., Turrall, H., Molden, D. & Ahmad, M. (2007). Measuring & Enhancing the Value of Agricultural Water in Irrigated River Basins. *Irrigation Science*, 25 (3) 2007: 263-282. <http://dx.doi.org/10.1007/s00271-007-0061-4>
- INIFAP. 2011. Trigo en el Valle de Mexicali, BC y San Luis Rio Colorado, Son. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Valle de Mexicali Desplegable para Productores Núm. 34. Febrero de 2011.
- Ríos-Flores JL, Torres M., MA, Pedroza S., A, Torres M., M. (2013). Eficiencia del Agua Subterránea para Riego en Maíz Forrajero del Sector Pequeña Propiedad versus Alfalfa en el DR017, Comarca Lagunera. Memoria 2do. Congreso Internacional de Ciencias Básicas y Agronómicas. 21 y 22 de Noviembre del 2013. Chapingo Edo, de México.
- Rios F., J.L., Torres M., MA., Torres MM, Castro F. R. 2014. Productividad y eficiencia del agua de riego en cultivos básicos del DR-017, Comarca Lagunera. En: Memoria de resúmenes. 59ª Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA), Montelima Beach, Managua Nicaragua. 26 de abril al 3 de mayo, 2012. Pag. 19.
- SIAP. 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- Tolón Becerra, A.; Lastra Bravo, X; Fernández Membrive, V. 2013. Huella hídrica y sostenibilidad del uso de los recursos hídricos. *Revista Electrónica@ de Medio Ambiente*. 14 (1): 56-86.

---

---

**PRODUCTIVIDAD FÍSICA Y ECONÓMICA DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DEL ALGODONERO (*Gossypium hirsutum*) EN EL DR-017 COMARCA LAGUNERA Y EL DDR-148 CAJEME, SONORA**

**José Luís Ríos Flores<sup>1\*</sup>, Miriam Torres Moreno<sup>2</sup>, José Ruiz Torres<sup>1</sup>, Rafael Castro Franco<sup>1</sup>, Marco Antonio Torres Moreno<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, 35230. Durango, C.P. e-mail: [j.rf2005@hotmail.com](mailto:j.rf2005@hotmail.com) (\*Autor responsable).

<sup>2</sup>SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.

### **INTRODUCCIÓN**

Actualmente el algodón es la fibra natural más importante que se emplea en las industrias textiles del mundo, lo que representa aproximadamente 40% de la producción textil. El consumo de productos elaborados a base de fibra de algodón está relacionado con una serie de impactos en cadena sobre los recursos hídricos de países donde se produce y/o se procesa el algodón (principalmente en zonas áridas y semiáridas del mundo). El impacto de la producción de algodón sobre el ambiente es fácil de observar. Por un lado los efectos de la producción de algodón sobre el agotamiento de los mantos acuíferos, y por otro lado la afectación de la calidad del agua (Chapagain *et al.*, 2006).

De hecho la producción de algodón se cultiva principalmente en condiciones de regadío sobre todo en las regiones del Mediterráneo, en climas donde el agua dulce es escasa (por ejemplo, Pakistán, Uzbekistán y Australia). La mayoría de los sistemas de riego en la producción de algodón se basan en la técnica tradicional de riego por inundación (agua dulce es extraída de un río, lago, embalse o acuífero y se transporta a través de un sistema de canales abiertos al lugar de su consumo), por lo que las pérdidas de agua se producen por evaporación, filtración y gestión ineficiente del agua (WWF, 1999). A nivel mundial, la eficiencia de riego es menor que 40%. Teniendo en cuenta que la agricultura representa aproximadamente el 69% de la extracción mundial de agua dulce y que el arroz, el trigo y el algodón mantienen juntos 58% de la superficie mundial de regadío, es obvio que estos tres cultivos son los mayores consumidores de agua dulce (WWF, 1999). Dado que en nuestro país el cultivo del algodón se realiza principalmente en el norte del país, el objetivo de este trabajo fue la evaluación de la productividad física, y económica del metro cubico del agua de riego por gravedad en el DR-017, Comarca Lagunera y el DDR-148 de Cajeme, Sonora.



## MATERIALES Y MÉTODOS

**Fuentes de información.** – Se emplearon datos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola, ciclo 2012, del SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera), específicamente cifras de superficie Cosechada, producción física anual, Precio Medio Rural (PMR), y rendimientos físicos  $\text{ha}^{-1}$  del cultivo de frijol en el DDR-148, Cajeme, Sonora y DR-017, Comarca Lagunera. Para los Costos por hectárea se emplearon datos del Sistema de Agrocostos de FIRA, a través del cual se obtuvo el Costo total por hectárea. Asimismo, los Costos de producción por hectárea de FIRA, considera el volumen neto de agua irrigada al cultivo.

### Indicadores de eficiencia y productividad.

Se desarrollaron modelos matemáticos para determinar los índices de eficiencia física y económica del uso del agua en el cultivo de frijol:

$$Y_1 = \frac{V}{RF} = \frac{10000LR}{RF} \quad Y_2 = \frac{1}{Y_1} = \frac{RF}{V} = 0.0001 \frac{RF}{LR}$$

$$Y_3 = \frac{V}{RM} = \frac{10000LR}{RM} = \frac{10000LR}{RF(Pr)} \quad Y_4 = \frac{1}{Y_3} = \frac{RM}{V} = \frac{0.0001RM}{LR} = \frac{0.0001RF(Pr)}{LR}$$

$$Y_5 = \frac{U}{V} = \frac{I-C}{10000LR} = \frac{0.0001(RF(Pr)-C)}{LR} \quad Y_6 = \frac{1}{Y_5} = \frac{V}{U} = \frac{10000LR}{U}$$

$$Y_7 = \frac{U/m^3}{\text{Precio del agua}/m^3} \quad Y_8 = \frac{E}{100,000 \text{ m}^3 \text{ de agua}}$$

$$Y_9 = \frac{J * 8}{RF} \quad Y_{10} = \frac{S * U}{\text{Numero de empleados permanentes}}$$

$$Y_{11} = \frac{U}{j * 8}$$

Donde:

LR = Lámina de riego (m)

V= Volumen de agua utilizado ( $\text{m}^3$ ) = LR\*10000

RF= Rendimiento físico ( $\text{t ha}^{-1}$ )

I= RM= Ingreso o rendimiento monetario por hectárea (en pesos de 2009)

C= Costo por hectárea (en pesos de 2009).

U = Utilidad o ganancia bruta por hectárea (en pesos de 2009) = I - C

Pr = Precio real por tonelada (en pesos de 2009).

E = Número de empleos generados al año = S\*J/288.

S= Superficie cosechada (ha).

J= Numero de jornales por hectárea.

288 = Número de jornadas de trabajo al año por trabajador= 6 jornadas de trabajo por semana por 48 semanas al año.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Productividad física del agua de riego

El Cuadro 1, muestra las variables  $Y_1$  y  $Y_2$ , en las cuales muestra la productividad física del agua en el cultivo de algodón para ambos distritos agrícolas. Así, la variable  $Y_1$ , muestra que se demandaron 3, 346 L  $\text{kg}^{-1}$  de fibra de algodón, mientras que en DDR-148 se invirtieron 8,132 L  $\text{kg}^{-1}$ , es decir; en La Laguna se utilizó solo 41.1% del agua que en Sonora se requirió para producir ese mismo kilogramo de algodón, lo que evidencia al DR-017 como eficiente en el uso del agua en términos físicos. Este resultado se valida al observar los índices de la variable  $Y_2$ , indica que se generaron 299 gr  $\text{m}^{-3}$  en el DR-017, mientras que en el DDR-148 se obtuvo un índice de 123 gr  $\text{m}^{-3}$ . Otros autores mencionan que la productividad del agua fue de 800 gr  $\text{m}^{-3}$  en China (Azam, 2009), sin embargo si estos datos se comparan con los obtenidos por Chapagain *et al.* (2006), mencionan que se obtuvieron 604 gr  $\text{m}^{-3}$  de semilla de algodón como promedio para México, sin que se mencionen cifras para fibra de algodón.

### Productividad Económica

En el Cuadro 1, se observa que la cantidad de agua irrigada necesaria para producir un \$1 de ingreso ( $Y_3$ ), fue muy superior en el DR-017 en relación al DDR-148, ya que mientras en La Laguna se emplearon 121 L, en el DDR-148 fueron necesarios 301 L para producir ese \$1 de ingreso, es decir; con la misma cantidad de agua que en el DDR-148 se produjo \$1 de ingreso, en el DR-017 se producirían \$2.48 de ingreso.

Cuadro 4: Indicadores de eficiencia física, económica y social del agua de riego por gravedad en el cultivo de Algodón (*Gossypium hirsutum*) en el DR-017 Comarca Lagunera y el DDR-148 Cajeme, Sonora en 2011.

Variable económica	DR-017	DDR -148
$Y_1 = \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ de algodón	3.346	8.132
$Y_2 = \text{Gramos de algodónm}^{-3}$	299	123
$Y_3 = \text{m}^3$ de agua por \$1 de ingreso bruto	0.121	0.301

$Y_4$ = Ingreso bruto $m^{-3}$	8.26	3.32
$Y_5$ = Utilidad bruta $m^{-3}$	2.95	0.38
$Y_6$ = $m^3$ de agua por \$1 de utilidad bruta	0.339	2.629
$Y_7$ = Utilidad bruta por $m^3$ /Precio del $m^3$ al productor	11.01	2.18
$Y_8$ = Empleos generados $hm^{-3}$	2.31	sd
$Y_9$ = Horas de trabajo invertidas por tonelada	70.50	sd
$Y_{10}$ = Ganancia a nivel regional por trabajador	127,619	sd
$Y_{11}$ = Ganancia / hora invertida de trabajo	55.4	sd
$Y_{12}$ = Punto de equilibrio $t ha^{-1}$	3.12	2.97

Fuente: Elaboración propia.

La variable  $Y_4$ , muestra que en el DR-017, un  $1m^3$  fue capaz de producir \$8.26, de ingreso bruto, ahora bien, si ese mismo volumen de agua se hubiese empleado en el DDR-148 se hubiera generado \$3.32 de ingreso, esto indica que en La laguna, el agua tuvo una eficiencia 148% superior a la alcanzada en el DDR-148. De igual forma la variable  $Y_5$ , muestra que la utilidad bruta por metro cúbico en el DR-017 fue de \$2.95  $m^{-3}$ , mientras en el DDR-148 se obtuvo una utilidad bruta igual a \$0.38  $m^{-3}$ , lo cual a su vez implicó que en el DR-017, el metro cúbico de agua irrigada generó 7.76 veces más utilidad bruta en relación al DDR-148 de Cajeme, lo cual sugiere un mayor grado de eficiencia económica en el uso del agua de riego (Cuadro 1). Aun cuando las cifras favorecieron al DR017, al comparar las cifras obtenidas en este trabajo con las obtenidas por Aldaya *et al.* (2010), mencionan que encontraron índices de US \$3  $m^{-3}$  como promedio para áreas productoras de algodón en Asia, este índice por tanto muestra la ventaja comparativa que puede tener una región y sirve como indicador para determinar qué cambios se tienen que hacer dentro de los DDR-148 y DR017 para incrementar la eficiencia económica del agua.

La variable  $Y_6$ , muestra que para el DR017, se requirieron 0.339  $m^3$  para generar \$1 de ganancia, mientras en el DDR-148, se emplearon 2.695  $m^3$ , estos índices ratifican lo asentado en el párrafo anterior en tanto que el DR017 fue más eficiente al demandar 87% menos agua para generar la misma cantidad de ingreso. Otro indicador que denotó la eficiencia del DR017 fue la variable  $Y_7$ , la cual mostró un indicador igual a 11.01 para el DR017, es decir; que el productor logró recuperar cada \$1 pagado por el agua de riego y además logró \$10.01 adicionales, mientras que el DDR148 el productor promedio de algodón de gravedad logró recuperar cada \$1 invertido en costo del agua y recuperar \$1.18 adicionales.

Para las variables  $Y_8$  a  $Y_{11}$ , se contó solamente con datos para el DR017, de esa información se calculó que se generaron 23.1 empleos permanentes  $hm^{-3}$ (Cuadro 1). Asimismo el Cuadro 1,

muestra que fueron necesarias 70.50 horas de trabajo para generar una tonelada ( $Y_9$ ). Asimismo, el trabajador promedio adscrito a esta rama agrícola específica, generó en La Laguna \$127,619 de ganancia, y cada hora de trabajo produjo \$55.4 de ganancia.

El punto de equilibrio, se define en la Economía Agrícola, como aquel punto donde se igualan el ingreso  $ha^{-1}$  y el costo  $ha^{-1}$ . De esta forma, la variable  $Y_{12}$  del Cuadro 1, señala que la ventaja en este caso fue para el DDR-148, ya que al productor promedio de algodón le basta producir 2.97  $t ha^{-1}$  para a partir de ahí empezar a tener ganancias, mientras que en el DR-017, el productor debe esforzarse más, toda vez que debe producir 3.12  $t ha^{-1}$  en su punto de equilibrio.

### CONCLUSIONES

Se concluye que el DR017 fue más eficiente en el uso del agua para la producción de algodón en términos físicos y económicos. Sin embargo dado que la producción de algodón se realiza en zonas áridas y semiáridas del país donde el recurso hídrico es limitado, la productividad y la eficiencia del agua deben de elevarse a través de diferentes métodos que disminuyan la presión que se ejerce sobre los recursos hídricos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aldaya M.M. Muñoz G, Hoekstra A. Y. 2010. Water footprint of cotton, wheat and rice production in Central Asia. Value of water research report series No. 41. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands.
- Azam KM, Khan S, MUSHTAQ S. 2009. Energy and economic efficiency analysis of rice and cotton production in China. *Sarhad J. Agric.* 2009; 25 (2): 291-300.
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G. and Gautam, R. 2006. The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics*. 60(1): 186-203.
- FIRA. (2012). Sistema de elaboración de Costos Agropecuarios. URL: [www.fira.gob.mx](http://www.fira.gob.mx)
- SIAP. 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- WWF.1999. The impact of cotton on freshwater resources and ecosystems. Project Manager, Fresh Water and Cotton. Environmental Protection Encouragement Agency, Hamburg (Germany).

## **CALIDAD FISIOLÓGICA DE TRES ESPECIES DE PASTOS: SU INTERÉS PARA RESTAURACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS DEL SURESTE DE COAHUILA**

**Mariano Narcia Velasco\*<sup>1</sup>, David Castillo-Quiroz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP, Carretera Saltillo – Zacatecas Km. 342+119 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila de Zaragoza (844) 4 82 81 90.  
narcia.mariano@inifap.gob.mx

### **INTRODUCCIÓN**

Los pastos o gramíneas son plantas monocotiledóneas, con hojas envolventes simples y acintadas, de tallos huecos, flores hermafroditas sin cáliz ni corola, con inflorescencias en espiga, racimos o panículas de espiguillas y su fruto cariopsis con una semilla de albumen harinoso (Ramírez, 2007). Tienen importancia económica y ecológica; la primera es debido a la calidad y cantidad de productos que le provee al hombre, ya sea como alimentación y dieta del ganado durante el pastoreo, lo cual redundará en ganancia de peso e incremento en la producción de leche y/o carne; la segunda por ser excelentes retenedoras y formadoras de suelo, alta capacidad colonizadora porque se establecen en lugares que presentan poco desarrollo de suelo y escasa cubierta vegetal. Se considera que existen alrededor de 1000 especies mexicanas, de las cuales 70 son endémicas de México y entre 200 gramíneas introducidas que se encuentran ampliamente distribuidas en México (Ramírez, 2007).

Los pastizales naturales en nuestro país actualmente cubren una superficie de 6.38% del total nacional, y este grado de deterioro, se debe predominantemente al uso ganadero, donde dicha actividad se estima alrededor de 6.34 millones de hectáreas (CONABIO y SEMARNAT, 2009).

Las pruebas de calidad física y fisiológica en las semillas de pastos son importantes para poder asegurar al agricultor una buena germinación en campo.

El concepto de calidad de semillas es amplio, y abarca tres factores como son la viabilidad, potencial de germinación y vigor del lote de semillas (Gianfelici, 2003). Poulsen (1993) al hablar de calidad de semillas menciona que el porcentaje de germinación no es suficiente para expresar la calidad de la semilla debido a que también abarca la calidad genética y aspectos de calidad fisiológica.

La disponibilidad de semilla de alta calidad es importante para todos los sectores de la agricultura, donde el análisis de pureza y las pruebas de germinación han sido ampliamente utilizadas en la evaluación de la calidad de las semillas durante aproximadamente un siglo. Sin embargo, en los últimos tiempos se ha dado énfasis en las mediciones de otros componentes de la calidad de semillas, tales como sanidad, pureza genética y vigor (Salinas *et al.*, 2001). Sin embargo, existe una problemática en los pastos que se llama latencia, estado en el cual una

semilla viable no germina, aunque se coloque en condiciones de humedad, temperatura, luz y concentración de oxígeno idóneas para hacerlo (Doria, 2010). Por tal razón el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad fisiológica de semillas de *Cenchrus ciliaris* (buffel común), *Cenchrus ciliaris* variedad Nueces; *Bouteloua curtipendula* (Banderilla) y *Panicum antidotale* (Panizo azul) bajo condiciones de laboratorio para determinar la viabilidad de las semillas, lo cual se verá reflejado en campo al efectuar la siembra en la región sureste de Coahuila.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semilla, de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" que se localiza en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en las siguientes coordenadas: 25° 22' de latitud norte y 103° 01' de longitud oeste y una altitud de 1742 msnm; con clima templado cálido, temperatura media anual de 16° C y precipitación media anual de 376.2 mm (García, 1973). Se sembró el día 20 de Febrero y se evaluó el 13 de Marzo de 2014, se manejaron 11 tratamientos y cuatro repeticiones con 50 semillas de pastos cada una, estas fueron tratadas con tiabendazol (Tecto 60), para evitar la presencia de hongos durante el período de la prueba; las semillas fueron depositadas en cajas Petri, sobre papel filtro Whatman No.1 previamente humedecido con agua esterilizada. Se llevaron a una cámara de germinación 25± 1° C. Los materiales genéticos utilizados fueron Buffel Nueces + Biozyme PP (T1); Buffel Nueces embrión (T2); Buffel común+Biozyme PP (T3); Buffel común embrión (T4); Buffel común sin tratamiento (T5); Banderilla+Biozyme PP (T6); Banderilla embrión (T7); Panizo azul sin tratamiento (T8) y Panizo azul+Biozyme PP (T9). Para el caso del biorregulador BiozymePP se usó a dosis baja de 250 g por 50 kg de semilla.

Se analizó la variable capacidad de germinación (%), Índice de velocidad de germinación, longitud de plúmula y longitud de radícula en cm. La prueba de medias usada fue de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), los datos obtenidos de las variables estudiadas se procesaron con el paquete estadístico R CoreTeam, versión 3.1.0. (RCT, 2014), con el modelo estadístico completamente al azar donde:

$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$  donde  $\mu$  es la media general o media de la población,  $\alpha_i$  es el efecto del tratamiento,  $\varepsilon_{ij}$  es el residuo o error aleatorio normal e independiente con media cero.

En esta evaluación se consideraron sólo plántulas normales, aquellas que presentan capacidad para continuar su desarrollo, con sistema radicular, tallo bien desarrollado y hojas verdes. Para las variables capacidad de germinación (%), longitud de plúmula (cm) y longitud de radícula

(cm) los datos se obtuvieron a los 21 días después de la siembra; para el índice de velocidad de germinación (IVG), se tomaron registros al séptimo, décimo y veintiún días, considerando como semilla germinada aquella que presenta 4 mm de longitud de plántula o radícula; se utilizó la ecuación de Pill (1981):  $IVG = \sum(D_i - D_j)/i$ . Donde  $D_i$  = número de semillas germinadas en el día;  $D_j$  = número de semillas germinadas anterior al día del conteo;  $i$  = número de días al momento del conteo desde la siembra.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza arrojó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en las variables evaluadas entre tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias de las variables capacidad de germinación, índice de velocidad de germinación, longitud de plántula y radícula.

Tratamientos	CG %	IVG	LP cm	LR cm
T1 (BuffelNueces+Biozyme PP)	37.49 <sup>bcd</sup>	1.86 <sup>bc</sup>	2.08 <sup>cd</sup>	2.69 <sup>abc</sup>
T2 (Buffel Nueces embrión)	47.88 <sup>b</sup>	2.50 <sup>b</sup>	3.46 <sup>bc</sup>	2.81 <sup>abc</sup>
T3 (Buffelcomún+Biozyme PP)	28.33 <sup>cde</sup>	1.22 <sup>c</sup>	3.76 <sup>ab</sup>	3.07 <sup>abc</sup>
T4 (Buffel común embrión)	44.99 <sup>bc</sup>	2.66 <sup>b</sup>	2.40 <sup>cd</sup>	3.21 <sup>ab</sup>
T5 (Buffel común sin tratamiento)	19.99 <sup>e</sup>	0.84 <sup>c</sup>	2.81 <sup>bcd</sup>	2.46 <sup>abc</sup>
T6 (Banderilla+Biozyme PP)	64.99 <sup>a</sup>	4.65 <sup>a</sup>	3.20 <sup>bc</sup>	1.90 <sup>cd</sup>
T7 (Banderilla embrión)	74.99 <sup>a</sup>	5.33 <sup>a</sup>	3.23 <sup>bc</sup>	2.00 <sup>bc</sup>
T8 (Panizo azul sin tratamiento)	23.33 <sup>de</sup>	1.14 <sup>c</sup>	3.46 <sup>bc</sup>	1.95 <sup>bc</sup>
T9 (Panizo azul+Biozyme PP)	23.32 <sup>de</sup>	1.16 <sup>c</sup>	3.07 <sup>bc</sup>	2.69 <sup>abc</sup>
Nivel de significancia	0.05	0.05	0.05	0.05
Grados de libertad	32	32	32	32
R <sup>2</sup>	0.92	0.95	0.82	0.75
C.V. (%)	14.92	16.14	17.05	21.21

NS= Nivel de significancia; GL= Grados de libertad; CG= Capacidad de germinación; IVG= Índice de Velocidad de Germinación; LP= Longitud de plúmula; LR= Longitud de radícula; R<sup>2</sup>= Regresión múltiple; CV= Coeficiente de variación. Letras diferentes indican diferencia significativa.

### Capacidad de germinación

Para esta variable el análisis estadístico arrojó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos, los valores promedios variaron desde 19.99 (T5) hasta 74.99%. El mayor

porcentaje correspondió para el T7 con 74.99%, seguidos por T6, T4 y T2 con 64.99, 44.99 y 47.88%; los promedios menores se mostraron en T9 y T5 con 23.32 y 19.99% (Cuadro 1). Lo anterior concuerda con lo encontrado por Gómez y González (2002) quienes al trabajar con especies de pastos Buffel en variedades tetraploide H-117 y hexaploide Común II, obtuvieron una germinación que varió de 20.12 a 30.5%; esto debido a la remoción de las glumas de las semillas. Por otra parte, donde no se eliminaron las cubiertas de las semillas, éstas arrojaron desde 0 hasta 19% de germinación después de haber tenido 6 meses de almacenamiento. Semillas de algunas especies forrajeras presentan latencia, razón por la cual no germinan aun cuando sean viables y se expongan a condiciones favorables (Robles, 1990).

### **Índice de velocidad de germinación**

Para la variable índice de velocidad de germinación se presentó significancia estadística ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos utilizados. En Banderilla embrión se obtuvo la mejor respuesta con 5.33, seguido por Banderilla + Biozyme PP. con 4.65 y Buffel Común embrión con 2.66 respectivamente. Los menores resultados fueron para Panizo azul sin tratamiento y Buffel común sin tratamiento con 1.14 y 0.84. Esto se compara con los resultados obtenidos por Valdez *et al.* (2002) quienes al aplicar productos biorreguladores como el Biozyme PP y GBM-044 durante 15 minutos a la semilla de *Panicum maximum* L. obtuvieron índices de velocidad de germinación de plantas germinadas de 2.24 y 2.61 respectivamente. Lo anterior explica que al tratar a las semillas de pastos con sustancias reguladoras de crecimiento, permite un estímulo fisiológico a las semillas, en relación al testigo.

### **Longitud de plúmula**

En la variable longitud de plúmula se detectó significancia estadística ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos, donde los más destacados fueron T3 y T2 con 3.76 y 3.46 cm, los menores promedios son para T4 y T1 con 2.40 y 2.08 cm. Los resultados positivos a menudo se deben a que la semilla, al ser tratada con producto biorregulador de crecimiento, reduce el efecto de la latencia y favorece un estímulo en la germinación y ésta se ve impactada después en su fase de desarrollo. Lo anterior se relaciona con lo mencionado por Palma *et al.* (2000) y Jiménez *et al.* (2005), donde refieren que las especies de *Cenchrus ciliaris* las cariósides se encuentran cubiertas por estructuras accesorias como son las glumas o lemas y paleasen las cuales se encuentran sustancias químicas de tipo fenólicos, particularmente antocianinas, que se han asociado con la inhibición de la germinación.



### Longitud de radícula

El análisis de varianza reflejó diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) para los tratamientos evaluados, donde Buffel Común embrión y Buffel Común+Biozyme PP presentaron valores promedios más altos de radícula por plántulas, con 3.21 y 3.07 cm, los valores más bajos son para Panizo azul sin tratamiento y Banderilla+Biozyme PP con, 1.95 y 1.90 cm. Al aplicar una escarificación mecánica a la semilla donde se deseche la gluma, se permite una mejor entrada de agua a la semilla, lo cual ayuda a que se acelere su proceso de germinación y se vea reflejada en el parámetro de vigor como lo es la radícula, al igual que con el uso de biorregulador, ya que bloquean las sustancias químicas y permiten una mejor germinación y desarrollo vegetativo. Lo anterior se asemeja con lo obtenido por Cordero y Oliveros (1983), donde al eliminar las glumas de semilla de pasto reportaron efectos significativos en la germinación.

### CONCLUSIONES

Los tratamientos utilizados mostraron diferentes comportamientos en la germinación y parámetros de vigor en las semillas de pastos.

La semilla pura o embrión, y semillas con glumas y Biozyme PP a dosis baja, mostraron mejor respuesta en los parámetros evaluados en comparación con el resto de los tratamientos.

Para el caso de los porcentajes bajos de germinación, ésta se debe a que la latencia está presente en las semillas, ya sea por inmadurez o vanas.

El porcentaje y velocidad de germinación de las semillas fue mejor en las que se aplicaron tratamientos

### BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2009. Cuarto Informe Nacional de México al Convenio Sobre Diversidad Biológica (CDB). México, D.F. p:9.
- Cordero M., J. y Oliveros, M. 1983. Evaluación de temperatura y tiempo para conducir pruebas de germinación en semillas de *Andropogon gayanus*. *Agronomía Tropical* 33(1-6):357-366.
- Doria, J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales* 31(1):74-85.
- García, E. 1973. Modificación al Sistema de Clasificación de Köeppen para adaptarlo a las Condiciones Climáticas de la República Mexicana. 2ª Edición México. UNAM. 246p.
- Gianfelici, R. 2003. Calidad de Semillas: Advertencias sobre el maíz campaña 2003/04. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria (INTAEEA) de Oliveros. En Línea: <http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/oliveros/ol20030723/maiz.asp> Consulta: Enero de 2009.
- Gómez M., S y J.R. González D. 2002. Latencia de la semilla en nuevas variedades de zacate buffel *Cenchrus ciliaris* L. Programa de Pastos. Depto. Fitomejoramiento U.A.A.N. En Línea: [http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances\\_2002/Zaridas/GomezBuffel.pdf](http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances_2002/Zaridas/GomezBuffel.pdf) Consulta Julio de 2014.
- Jiménez G., C. A.; Maciel P., L.; de Alba A., A. y González C., F. 2005. Siembra de Buffel. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de

- Investigación Regional Norte Centro (CIRNOC). Campo Experimental Pabellón. Folleto para productores Núm. 37.16 p.
- Palma R., M. P.; López H., A. y Molina M., J. C. 2000. Condiciones de almacenamiento y germinación de semillas de *Cenchrus ciliaris* L. y *Andropogon gayanus* Kunth. *Agrociencia* 34(2):41-48.
- Pill, W.G. 1981. Fluid sowing of tomato Seed influence of phosphorus additions to five gel. Vol. 6:1.38-49. USA.
- Poulsen, M. K. 1993. Calidad de la Semilla. Concepto, medición y métodos para incrementar la calidad. En Línea: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0025S/A0025S03.pdf> Consulta: Febrero de 2009.
- R Core Team (RCT). 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Ramírez L. R. G. 2007. Los pastos en la nutrición de ruminates. Fundación Produce/UANL. Primera edición. México. D.F.pp 13-15.
- Robles S., R. 1990. Producción de Granos y Forrajes. Ed. Noriega Limusa. 5a ed. México, D. F. 663 p.
- Salinas R., A.; A. María. Y.; R. Mario C. y V. Bisaro. 2001. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 36, n. 2, p. 371-379, Feb. 2001.
- Valdez O., A.; L. Arce G. y B. Valdivia U. 2002. Germinación de semilla de zacate guinea (*Panicum máximum* L.) var. Tanzania, utilizando biorreguladores bajo condiciones de invernadero En Línea:[http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances\\_2002/Tecsem/Guinea.pdf](http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances_2002/Tecsem/Guinea.pdf) Consulta Julio de 2014.

## **INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA AGRICULTURA: PARA MOVER A MÉXICO**

**López López Ricardo Angel<sup>2</sup>; Covarrubias Ramírez., Juan Manuel<sup>1\*</sup>; Parga Torres, Víctor Manuel<sup>1</sup> y Sánchez Chaparro, Juan David<sup>1</sup>**

<sup>1\*</sup> C. E. Saltillo, INIFAP <sup>2</sup>Depto. Administración Agropecuaria. UAAAN.  
covarrubias.juan@inifap.gob.mx

### **INTRODUCCIÓN**

Las necesidades que existen de alcanzar la autosuficiencia alimentaria y considerando que los cultivos tienen problemas de producción. México importa 50.2 de cada 100 kilogramos de trigo que consume al año; de maíz importa 23.6 de cada 100 kilogramos y de arroz importa 75 de cada 100 kilogramos. Esta demanda aumenta con el crecimiento poblacional porque en México se tienen 118.397.000 millones de habitantes, donde el 80 por ciento de ellos viven en las zonas metropolitanas (INEGI, 2014), sin producir alimentos.

En México han existido programas para incrementar la producción, por ejemplo en maíz, el Plan Jalisco, el Programa de Alto Rendimiento, Plan Maíz, Plan Puebla, Plan Zacapoaxtla, el PIPMA, el SAM, el PRONAMAT, entre otros. Todos estos programas tuvieron un inicio y un fin, y el PRONAMAT demostró que con la eficiencia y oportunidad en las actividades en el manejo del cultivo se lograba duplicar el rendimiento nacional de grano en maíz de 2.7 a 5.4 t ha<sup>-1</sup>.

Para llevar a cabo una alternativa de solución, se requieren personal técnico especializado con conocimiento en innovaciones tecnológicas para incrementar la producción y lograr la autosuficiencia alimentaria (Covarrubias *et al.*, 2008a). En México existen alternativas como la empresa, INTAGRI, que se dedica a capacitar a técnicos y productores con tecnologías innovadoras, pero ocurre un problema común en estas situaciones y es el desconocimiento de las zonas agroecológicas que se tienen en México lo que provoca que una innovación tecnológica sea adecuada para una zona agroecológica y no para las demás. Ante esta situación las innovaciones tecnológicas deben ser específicas de cada condición agroecológica y como objetivo de estudio mostramos un análisis para el estado de Chiapas.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

De los cultivos que se siembran en Chiapas se utilizó la información de 2013 del SIAP (2014), de la superficie cosechada (ha), Producción (t), Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>), Precio Medio Rural (\$ t<sup>-1</sup>) y el Valor de la Producción (Miles de pesos) y los costos de producción se obtuvieron de los paquetes tecnológicos del FIRA (2014).

Los indicadores económicos para determinar el efecto de la innovación tecnológica específica en una región agroecológica (Covarrubias *et al.*, 2008) son los siguientes:

$$1) \text{Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Costos}}$$

$$2) \text{Valor de la producción} = \text{Precio} \times \text{Volumen de Producción}$$

$$3) \text{Beneficio bruto} = \text{Valor de la Producción} - \text{Costo Total}$$

$$4) \text{Beneficio-costos} = \frac{\text{Beneficio bruto}}{\text{Costo}}$$

$$5) \text{Beneficio-Ventas} = \frac{\text{Beneficio bruto}}{\text{Valor de la Producción}}$$

La innovación tecnológica consistió en un análisis de cada componente del manejo del cultivo. El manejo consiste en: preparación del terreno, fecha de siembra, semilla, cultivos, control de malezas, control de plagas y control de enfermedades, fertilización, riegos, cosecha y almacenamiento y el efecto de la innovación fue realizar con el conocimiento actual uno o varios componentes del manejo del cultivo en forma eficiente y oportuna. Los cultivos que se evaluaron fueron: maíz, frijol, papa, cebolla, caña de azúcar y durazno.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El maíz (*Zea mays* sp *mays* L) el efecto de la fecha de siembra con la semilla fue el más determinante, para maíces de ciclo más largo en los primeros días de siembra del 15 al 3 de Junio y los de ciclo más corto del 1 al 15 de Julio para disminuir o evitar el daño, plaga enfermedades y maleza. Respecto a la semilla los genotipos fueron H-440, VS-402, VS-409, CRIOLLOS REGIONALES: como pinto Amarillo y olote Colorado, los resultados se muestran en el cuadro 1, donde reduciendo los costos de producción en \$2,000, se incrementó el rendimiento en 3,010 t ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 1. Efecto de la innovación tecnológica en el cultivo de maíz.

Tecnologías	Superficie (ha)	Volumen de producción (t)	Precio medio por tipo de mercado (\$ kg <sup>-1</sup> )	Costos de Producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
Tradicional	705,241.70	1,404,679.92	5	8,000	1,990
Innovadora	705,241.70	1,404,679.92	5	6,000	5,000

El maíz en el estado de Chiapas en los 2 últimos años ha ido perdiendo competitividad. De acuerdo a los indicadores económicos existe una disminución en el rendimiento así como

mayores costos de producción en el método tradicional (Cuadro 2), por lo cual la innovación es necesaria (Espinosa *et al.*, 2002).

Cuadro 2. Comparación de sistemas de producción en el cultivo de maíz.

INDICADORES ECONOMICOS	TRADICIONAL	INNOVADORA
Valor de la producción (\$)	7,023,399.6	7,023,399.6
Rentabilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	0.24375	3.166666667
Utilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	1,950	19,000
Beneficio total (\$)	7,015,400	7,017,400
Beneficio venta (\$)	0.99886095	0.999145713
Costo por kg (\$ kg <sup>-1</sup> )	4.020100503	1.2

En el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se modificaron tres indicadores con la innovación tecnología (rendimiento, costo de producción y precio). El rendimiento aumentó en 610 kg ha<sup>-1</sup> con utilizar variedades recomendadas como Pinto Americano y Flor de Mayo. El precio aumento \$2 kg<sup>-1</sup> con realizar la fecha de siembra del 15 de julio al 15 de agosto; cuando se presenta menor daño de plagas y enfermedades (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la innovación tecnológica en el cultivo de frijol.

Tecnologías	Superficie (ha)	Volumen de producción (t)	Precio medio por tipo de mercado (\$ kg <sup>-1</sup> )	Costos de Producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
Tradicional	117,607.05	68,862.01	13	4,000	590
Innovadora	117,607.05	68,862.01	15	4,000	1,200

El precio se aumentó mediante un control de calidad mediante ausencia de daño mecánicos, firmeza, peso y daño por plagas y enfermedades, con esto se logrará que el producto se identifique y consolide en el mercado (Espinosa *et al.*, 2003), se evitará pérdidas por el deterioro del producto por su rápido consumo, se facilitará la fijación de precios y se crea conciencia en el consumidor a la hora de adquirir el producto (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de sistemas de producción en el cultivo de frijol.

INDICADORES ECONOMICOS	TRADICIONAL	INNOVADORA
Valor de la producción (\$)	964068.14	1032930.15
Rentabilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	1.065	3.5
Utilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	4260	14000
Beneficio total (\$)	960,068	1,028,930
Beneficio venta (\$)	0.99585092	0.99612752
Costo por kg (\$ kg <sup>-1</sup> )	6.77966102	3.33333333

En Chiapas se cultivan variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) que no son aptas a la región por lo que la innovación se redujo los costos en \$20,000 ha<sup>-1</sup> y se aumentó en 4,240 kg ha<sup>-1</sup> el rendimiento y consistió en establecer variedades adecuadas como Alpha, Atlantic,

Fianna, Gigant, Monserrat, Norteña, Nieder, Enrica y Bayonera, que pertenecen al grupo de cáscara lisa y de color blanco o amarillo, que se adaptan a suelos ligeros, medios y pesados con buen drenaje en estos suelos (Parga *et al*, 2005), los tubérculos presentan buena calidad de piel, con lenticelas cerradas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la innovación tecnológica en el cultivo de papa.

Tecnologías	Superficie (ha)	Volumen de producción (t)	Precio medio por tipo de mercado (\$ kg <sup>-1</sup> )	Costos de Producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
Tradicional	1,903	28,090.83	6	70,000	14,760
Innovadora	1,903	28,090.83	6	50,000	19,000

Utilizando estas variedades el costo se reduce 18% y son tolerantes al ataque de plagas y enfermedades (Cuadro 6) y deben sembrarse en las fechas adecuadas.

Cuadro 6. Comparación de sistemas de producción en el cultivo de papa.

INDICADORES ECONOMICOS	TRADICIONAL	INNOVADORA
Valor de la producción (\$)	196635.81	168544.98
Rentabilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	0.476	1.28
Utilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	33320	64000
Beneficio total (\$)	126,636	118,545
Beneficio venta (\$)	0.64401194	0.70334329
Costo por kg (\$ kg <sup>-1</sup> )	4.74254743	2.63157895

En el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), la innovación consiste en disminuir los costos de producción en \$2,000 ha<sup>-1</sup> mediante el aumento de la disponibilidad de semilla y reducción de los costos con la compra de grandes volúmenes por parte de los productores (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de la innovación tecnológica en el cultivo de cebolla.

Tecnologías	Superficie (ha)	Volumen de producción (t)	Precio medio por tipo de mercado (\$ kg <sup>-1</sup> )	Costos de Producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
Tradicional	111.25	2,490.02	7	16,000	23,380
Innovadora	111.25	2,490.02	7	14,000	25,000

Para aumentar el rendimiento en 1,620 kg ha<sup>-1</sup>, se recomienda sembrar variedades como: Seminis, Sakata, Westar y para disminuir costos de producción organizarse para la comercialización del producto fresco y la compra de insumos en grandes volúmenes (Covarrubias *et al.*, 2008b) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de sistemas de producción en el cultivo de cebolla.

INDICADORES ECONOMICOS	TRADICIONAL	INNOVADORA
Valor de la producción (\$)	18426.148	17430.14
Rentabilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	9.81325	11.5
Utilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	157012	161000
Beneficio total (\$)	2,426	3,430
Beneficio venta (\$)	0.13166876	0.1967936
Costo por kg (\$ kg <sup>-1</sup> )	0.68434559	0.56

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) está sujeto a la compra de los ingenios y la innovación consiste en utilizar variedades recomendadas, manejo integral de plagas y enfermedades, y en forma similar la fertilización y el manejo del agua (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de la innovación tecnológica en el cultivo de caña de azúcar.

Tecnologías	Superficie (ha)	Volumen de producción (t)	Precio medio por tipo de mercado (\$ kg <sup>-1</sup> )	Costos de Producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
Tradicional	30,350.14	2,819,451.95	0.7	10,000	92,900
Innovadora	30,350.14	2,819,451.95	2	9,000	95,000

El aumentar el precio de la caña en 1.3 \$ kg<sup>-1</sup>, reducir los costos de producción en \$1,000 ha<sup>-1</sup> y aumentar el rendimiento en 2,100 kg ha<sup>-1</sup>, se logra con las variedades CP72-2086 Mex 79-431, Mex 80-1415, ColMex94-8, ColMex95-27, ITV92-1424, CP88-1508, RD 75-11, producidas mediante fertirrigación sistema de riego por pivote central de más de 80 ha. Los indicadores muestran el beneficio y la utilidad de utilizar esta innovación (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparación de sistemas de producción en el cultivo de caña de azúcar.

INDICADORES ECONOMICOS	TRADICIONAL	INNOVADORA
Valor de la producción (\$)	1973616.37	2819451.95
Rentabilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	5.503	9.55555556
Utilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	55030	86000
Beneficio total (\$)	1,963,616	2,810,452
Beneficio venta (\$)	0.99493316	0.99680789
Costo por kg (\$ kg <sup>-1</sup> )	0.107642626	0.094736842

En el caso de frutales caducifolios de bajo requerimientos de horas frío se tiene al durazno (*Prunus persica* L.), con la innovación de mejoramiento genético para obtener variedades adecuadas en rendimiento calidad e industrialización para la región de Chiapas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto de la innovación tecnológica en el cultivo de durazno.

Tecnologías	Superficie (ha)	Volumen de producción (t)	Precio medio por tipo de mercado (\$ kg <sup>-1</sup> )	Costos de Producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
Tradicional	1,845	8,896.18	8	10,000	4,820
Innovadora	1,845	8,896.18	8	8,000	5,100

La reducción de los costos de producción en \$2,000 ha<sup>-1</sup> y aumento en el rendimiento de 280 kg ha<sup>-1</sup> son los que incrementan la utilidad y reducen los costos de producción con las variedades Mayo Amarillo; Junio Naranja; Julio Amarillo chapeado y Julio Chapeado (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de sistemas de producción en el cultivo de durazno.

INDICADORES ECONOMICOS	TRADICIONAL	INNOVADORA
Valor de la producción (\$)	80065.62	71169.44
Rentabilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	2.856	4.1
Utilidad (\$ ha <sup>-1</sup> )	28,560	32,800
Beneficio total (\$)	70,066	63,169
Beneficio venta (\$)	0.87510245	0.8875922
Costo por kg (\$ kg <sup>-1</sup> )	2.0746888	1.56862745

## CONCLUSIONES

La innovación tecnológica se compone por fechas de siembra adecuadas para reducir el daño de plagas, enfermedades y malezas y lograr el mayor rendimiento, genotipos con potencial de rendimiento y con resistencia a enfermedades, fertirrigación y sistemas de riego eficientes, además de la calidad y comercialización considerando las compras y las ventas en volumen para reducir costos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Covarrubias-Ramírez, J. M., J. J. Espinoza-Arellano y P. Cano Ríos. 2008a. Problemas en la comercialización de productos hortofrutícolas: El caso del melón *cantaloupe* en Paila, Coahuila. *In*: Cueto-Wong, J. A. y L. V. Macías-García. (Comp.). Memoria de la 3<sup>era</sup> Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Mérida, Yuc. p 258.
- Covarrubias-Ramírez, J. M., J. J. Espinoza-Arellano y P. Cano Ríos. 2008b. Canales y costos de comercialización del melón *cantaloupe* distribuido a través de cadenas de supermercados. *In*: Cueto-Wong, J. A. y L. V. Macías-García. (Comp.). Memoria de la 3<sup>era</sup> Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal. Mérida, Yuc. p 244.
- Espinosa A., J. J., Orona C., I. y Cano R., P. 2002. Producción y comercialización del melón en México, Estados Unidos y América. *In*: Melón: Tecnologías de Producción y comercialización. CELALA. CIRNOC. INIFAP. Matamoros, Coah., México. p. 19-45. (Libro técnico No. 4).
- Espinosa A., J. J., P. Cano R. y I. Orona C. 2003. Utilización de tecnologías modernas para obtener ventajas de mercado: Los casos del acolchado plástico y semillas híbridas en melón en la comarca lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 12(1):582-595.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 2014. Chiapas maíz TMF PV 2014. [en línea]. <http://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/TemasUsuario.jsp>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2014. Población rural y urbana. [en línea]. [http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur\\_urb.aspx?tema=P](http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P) (verificado el 25 de Julio de 2014).



- Parga T., V. M.; García G., S. J.; Villavicencio G., E. E.; Sánchez S., J. A.; Sánchez V., I.; Contreras de la R., F. J.; Arellano G., M. A.; Covarrubias-Ramírez, J. M.; Rubio C., O. A. y J. Fernández E. 2005. Tecnología para producir papa en Coahuila y Nuevo León. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental "Saltillo". Folleto Técnico Núm. 5. Coahuila, México. 164 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo: Chiapas. [en línea]. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> (verificado el 25 de Julio de 2014).

---

---

## LOS ÁRBOLES DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TORREÓN, COAHUILA

**Madinaveitia Ríos Héctor<sup>1</sup>, Cervantes Álvarez Edgardo<sup>2</sup> Blanco Cervantes María Isabel<sup>1</sup>  
García Carrillo Mario<sup>3</sup>, Hermosillo Salazar Luis Javier<sup>3</sup>, y Martínez Sánchez Daniela<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup>Profesor-Investigador del depto. de Biología de la UAAAN UL, <sup>2</sup>Profesor del depto. de Ciencias Básicas de la UAAAN UL, <sup>3</sup>Profesor-Investigador del depto. de Suelos de la UAAAN UL, <sup>4</sup>Tesista de la carrera ingeniero en Procesos Ambientales de la UAAAN UL.

### INTRODUCCIÓN

Históricamente la tendencia hacia la urbanización se ha incrementado en forma gradual, las manchas urbanas han crecido debido a la migración de la población rural hacia áreas urbanas, buscando satisfactores de una vida mejor. Se considera que para el año 2010 más de la mitad de los habitantes del planeta se esperan vivir en áreas urbanas metropolitanas, desafortunadamente la tendencia hacia la urbanización no ha sido gradual ni planificada ya que con los aumentos exponenciales de la población, el crecimiento en la urbanización es más dramático sobre todo en países en vías de desarrollo. En este proceso del desarrollo urbano, la relación del ciudadano común ha perdido la armonía de la naturaleza nativa.

La población mexicana pasó a ser en su mayoría urbana en la década de los años sesentas, con 50.7 % de su población viviendo en zonas urbanas. Actualmente aproximadamente el 70 % de los mexicanos viven en zonas urbanas, lo cual equivale a 87.5 millones de habitantes (McGregor, 2014).

Los árboles y arbustos y otras formas biológicas de flora dentro del contexto urbano, además de añadir belleza y valores estéticos, deben ser apreciados como parte de la infraestructura urbana necesaria por los servicios ambientales que proporcionan.

Las especies plantadas en la ciudad brindan grandes beneficios ambientales y mantienen el equilibrio ecológico, regularmente están sometidos a unas situaciones de estrés y a condiciones medioambientales distintas a las que tienen en su hábitat natural. Considerando lo anterior es fundamental realizar una adecuada planificación en las plantaciones urbanas para que los ejemplares tengan capacidad de adaptarse y desarrollarse en su medio ambiente. Esta problemática puede ser enfocada desde el punto de vista ecológico y económico, ya que es de máximo interés para los administradores y encargados de la gestión del verde urbano, que una plantación mal realizada no aportará lo requerido para mejorar el ambiente urbano y a la larga costará más cara.

(Suhail y Robles, 2008) mencionan que los beneficios que aporta la vegetación urbana son los siguientes:

**En el clima:** la vegetación mejora la temperatura del aire en el medio urbano debido a que modifica la cantidad de radiación solar, mediante la absorción y refracción de sus hojas. Esta función depende directamente del tipo de follaje, su densidad y el patrón de ramificación de especies.

**En el abatimiento de la contaminación:** los árboles contribuyen a disminuir prácticamente todos los tipos de contaminación urbana, disipando la polución del aire, amortiguando los ruidos desagradables, enmascarando los malos olores y ocultando las vistas indeseables.

La vegetación puede también ocultar los ruidos generando sus propios sonidos, como el de las hojas movidas por el viento o mediante el canto de los pájaros que habitan en los árboles.

**En la producción de otros recursos:** los árboles detienen el suelo con sus raíces, ejerciendo presión contra éste de la red radical que se forman brotes secundarios y los entrecruzamientos de dos o más sistemas radicales de plantas que crecen juntas.

Las copas frondosas frenan la fuerza cinética del agua de lluvia, provocando un escurrimiento lento sobre las ramas y tallos; el amortiguamiento del impacto de lluvia protege en cierta medida el suelo de la erosión, a la vez que favorece la infiltración del agua donde las características físicas de la superficie lo permiten, convirtiéndose los bosques en “esponjas” que atrapan el agua de lluvia, liberándola lentamente en forma de escurrimientos superficiales (arroyos, ríos) o subterráneos (manantiales).

Existen estudios que indican que además de lo anterior la vegetación urbana favorece a:

**A la biodiversidad:** los árboles en bosques naturales o urbanos son especialmente fuente de alimento y abrigo para la fauna silvestre, ya que a causa de la depredación y persecución de que ésta es objeto, muchas especies de aves, reptiles y mamíferos se encuentran su último refugio en jardines privados y públicos (Rzedowski, 1978).

Además los árboles permiten el establecimiento de otras especies vegetales de tipo arbustivo y herbáceo.

(Suhail y Robles 2008) mencionan que la vegetación urbana también influye en:

**En la recreación y la salud mental:** El arbolado impacta profundamente en el estado de ánimo y las emociones de los seres humanos.

- 1) Crean la sensación de relajamiento y bienestar.
- 2) Proveen de un sentido de privacidad, recogimiento y seguridad.
- 3) son sitios de reunión e interacción social que ayudan al desarrollo de una condición física y mental sanas.

**En la arquitectura del paisaje:** la vegetación desempeña importantes funciones como:

- 1) La definición y articulación de espacios, delimitando rutas de tránsito, inicio y final de áreas, y dando continuidad a espacios y construcciones a voluntad del diseñador o paisajista.
- 2) La construcción de pantallas o cortinas, ya que por lo general en todas las construcciones, así como en las poblaciones, existen aéreas cuya visión es poco agradable pero que, sin embargo, son indispensables para el funcionamiento de sus habitantes.
- 3) El control de la privacidad, lo que implica que la gente que habita un espacio pueda desarrollar sus actividades con la seguridad de no ser molestados, ni distraídos por observadores indiscretos.
- 4) El realce del paisaje, ya que los árboles y la vegetación en general enmarcan paisajes, suavizan líneas arquitectónicas e introducen un sentido de vida y naturalidad a las construcciones, al producir patrones de sombra, luz, movimiento y sonidos (Suhail y Robles, 2008).

**El porqué de las especies nativas en la reforestación urbana.** Especies nativas son aquellas que crecen en una región que es su lugar de origen, sin haber sido propagadas o introducidas en forma intencional o accidental por el hombre, mientras que por especies introducidas se consideran aquellas especies que no son nativas a la región en la cual se encuentran y su presencia se debe principalmente a la influencia del hombre (Niembro 1986).

En estos tiempos en que la problemática ecológica va en aumento principalmente en las grandes ciudades, es muy importante aumentar la cantidad y la diversidad de plantas nativas bien seleccionadas para los diferentes tipos de aéreas verdes, sustituir y evitar la introducción de plantas exóticas.

(Mejía, 2003) dice que las especies nativas tienen la capacidad de funcionar dentro del contexto urbano, además estas especies están adaptadas ecológicamente, sus requerimientos hídricos son bajos, resisten altas y bajas temperaturas, son resistentes a plagas o enfermedades y son parte del entorno regional y cultural.

Los árboles, arbustos y otra gama de especies regionales son elementos permanentes del paisaje regional, los diseñadores y especialistas en reforestación deben estar familiarizados con sus propiedades ornamentales en base a su estructura, tamaño, forma y textura de su follaje, además se debe conocer la velocidad de su crecimiento, épocas de reproducción (floración y fructificación) y por último es fundamental conocer el hábitat natural donde se desarrollan para que de esta forma conocer los requerimientos hídricos del tipo de suelo y clima. La forma más adecuada en la cual tengamos resultados positivos, sería asegurarse de que la elección de especies sea razonablemente buena, un punto de partida puede ser el empleo de especies nativas que se encuentran en el área donde se efectuará la reforestación, por lo tanto, con las especies nativas se conseguirá una armonía con el ambiente natural y sería más bajo el costo de mantenimiento (Mejía, 2003).

**Limitantes del uso de plantas nativas en las áreas urbanas.** Una de las desventajas de las plantas con potencial ornamental es que después de la selección deben pasar por un proceso relativamente largo de domesticación, además está la carencia del conocimiento de los ciclos de vida, la forma de propagación y la falta de información escrita (Peisajovich, 2003).

Existen especies mexicanas que tienen un potencial ornamental y son poco conocidas en los centros urbanos, al igual que por los viveristas, por lo que es urgente hacer una amplia gama de difusión a nivel general para que haya demanda y su producción se convierta en una fuente de trabajo, que además sirva para la conservación del germoplasma (Vidalie, 1992).

Este trabajo tuvo como objetivo: determinar las especies y cantidad de árboles que hay en el centro histórico de la ciudad Torreón Coahuila.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Localización del área de estudio.** El área de trabajo se ubicó en el Centro Histórico de la Ciudad de Torreón Coahuila y se efectuó desde el 19 al 21 de junio de 2007. El área abarcó las avenidas desde la Matamoros hasta la Hidalgo, y desde la calle Valdez Carrillo, hasta la Galeana.

**Trabajo de campo.** Se midió con un odómetro la distancia en metros de los árboles y cajetes vacíos desde la esquina de la construcción hasta la siguiente esquina de la misma cuadra. Se obtuvieron los datos de densidad de las avenidas y calles mencionadas, así como la cantidad de cajetes vacíos, en los que debería de haber árboles, pero por alguna razón desaparecieron, quedando el espacio vacío.

Para obtener los datos requeridos se formaron dos brigadas de tres personas, una que obtuvo los datos de las avenidas y que siempre hicieron recorridos de oriente a poniente y la otra que obtuvo los datos de las calles y que siempre hicieron recorridos de norte a sur.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Censo de árboles del centro histórico. El censo abarcó las avenidas Matamoros, Morelos, Juárez e Hidalgo y las calles Valdez carrillo hasta la Galeana.** En el Cuadro 1 se pueden ver los datos obtenidos. Se ve que en total hay 38 especies, las especies que mayor número de individuos presentaron fueron la palma robusta con 204, la palma china con 117, el laurel de la India con 141 y el ficus benjamina con 98. En total hay 784 árboles. En la avenida Morelos está el 57 % del total de los árboles, ya que existen 290, de los cuales el 48 % es palma robusta, mientras que de palmas chinas hay un 29 %. El ficus es el que presenta una mejor distribución en las cuatro avenidas, el 39 % está en la Morelos, el 23 % en la Matamoros, el 21 % en la Juárez y el 16 % en la Hidalgo. Cabe mencionar que la palma china tiene una buena distribución. El laurel de la India también presenta una buena distribución, pero en la Matamoros hay pocos. La palma robusta se observa principalmente por la Morelos, con un 92 %. Desafortunadamente la mayoría de los árboles son introducidos.

Niembro (1986), Vidalie (1992), Mejía (1986) y Peisajovich (2003) afirman que las especies nativas con potencial ornamental tienen la capacidad de funcionar en el contexto urbano mejorando la calidad de vida y la principal finalidad de estas plantas es mostrar una buena adaptación.

Cuadro 1. Árboles del centro histórico, nombre científico y común y densidad de cada especie. Torreón Coahuila. Junio de 2007.

Especie	Nombre común	Densidad
<i>Populus spp</i>	Alamo	6
<i>Ceratonia siliqua</i>	Algarrobo	1
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Bugambilia	4
<i>Cupressus spp</i>	Ciprés	12
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	98
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus descolorido	8
<i>Fresno</i>	Fraxinus excelsior	40
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	5
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamichil	2
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	11
<i>Nectandra tvoudii</i>	Laurel blanco	2
<i>Ficus microcarpa</i>	Laurel de la India	141
<i>Nerium oleander</i>	Laurel rosa	3
<i>Melia azadarach</i>	Lila	10
<i>Citrus limon</i>	Limonero	3
<i>Morus nigra</i>	Mora	14
<i>Morus nigra</i>	Moro	1
<i>Washingtonia filifera</i>	Palma china	117
<i>Cocus plumosa</i>	Palma coco plumoso	17
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palma datilera	9
<i>Roystonea regia</i>	Palma real	3
<i>Washingtonia robusta</i>	Palma robusta	204
<i>Palma roebellinii</i>	Palmilla	3
<i>Tamarix gallica</i>	Pinabete	5
<i>Ehretia tinifolia</i>	Pingüico	28
<i>Acer pseudoplatanos</i>	Sicomoro maple	1
<i>Delonix regia</i>	Tabachin	5
<i>Ligustum lucidum</i>	Trueno	19
<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehuete	1
<i>Phoenix canariensis</i>	Palma de las canarias	3
<i>Citrus reticulada</i>	Mandarina	1
<i>Yucca spp</i>	Isote	1
<i>Eucaliptus spp</i>	Eucalipto	1
<i>Juglans spp</i>	Nogal	1
<i>Persea americana</i>	Aguacate	1
<i>Ficus elastica</i>	Hule	1
<i>Mussa spp</i>	Plátano	1
<i>Acacia smalii</i>	Huizache	1
Total		784

En el Cuadro 2 se muestra que es en la avenida Morelos donde mayor cantidad de árboles hay. Esto es explicado por la presencia del camellón que hay en esta avenida. En total son 506 árboles los que están presentes en esas avenidas y hay 100 cajetes vacíos en los cuales no se aprecia la presencia de plantas.

Cuadro 2. Cantidad de árboles de las principales calles del centro histórico de Torreón Coahuila, desde las avenida Matamoros hasta la Hidalgo. Junio de 2007.

Avenidas	Matamoros	Morelos	Juárez	Hidalgo	Total
Árboles	88	290	62	66	506
Cajetes vacíos	30	24	21	25	100

En el Cuadro 3 se muestra que la calle Vicario fue la que mayor cantidad de árboles presentó con 43, luego siguió la Galeana y la Fuentes. El valor mínimo de árboles se presentó en la Valdez Carrillo y Rodríguez con 16, en la primera fue también donde hubo más cajetes vacíos con 10.

Cuadro 3. Cantidad de árboles de las principales avenidas del centro de Torreón Coahuila, desde las calles Valdez Carrillo hasta la Galeana. Junio de 2007.

Calles	Árboles	Cajetes vacíos
Valdez carrillo	16	10
Cepeda	22	03
Rodríguez	16	05
Acuña	25	03
Blanco	20	02
Falcón	24	05
Treviño	26	05
Fuentes	31	01
Vicario	43	02
Corona	20	01
Galeana	35	02
Total	278	39

Rzedowski (1978) y Suhail y Robles (2008), afirman que los árboles mientras más grandes estén mayor es el esplendor del paisaje produciendo patrones de sombra, luz, movimiento y sonido, ayudando a la biodiversidad dando refugio a reptiles, aves y otros animales en jardines



privados y públicos.

Poluning (1978) y Granados y Mendoza (1992) afirman que la composición del bosque urbano está influida por los elementos ecológicos, tanto bióticos como abióticos, en este caso en la vegetación arbórea del centro, se observa que dependiendo del cuidado que se les da a las plantas, éstas presentan buen o mal estado de salud. Aparentemente la mayoría de los árboles presentaron buena condición.

Cuadro 4. Total de árboles (% de sobrevivencia) y cajetes vacíos (% de mortalidad) en las avenidas y calles censadas del centro histórico de Torreón Coahuila. Junio de 2007.

	Total de árboles	% de sobrevivencia	Cajetes vacíos	% de mortalidad
Avenidas	506	83.5	100	16.5
Calles	278	87.7	39	12.3
Total	784	Media=85.6		Media=14.4

En el Cuadro 4 se observa el total de árboles que se presentaron en las avenidas censadas (fueron 506) y total de árboles de las calles que fueron 278. En total hubo 784 plantas. Sumando el total de árboles con el total de cajetes vacíos, se puede afirmar que hubo en total 85.6 % de sobrevivencia de árboles y 14.4 % de mortalidad, en el total de avenidas y calles censadas.

Prácticamente el 100 % de los árboles que están en el centro de la ciudad de Torreón son especies introducidas. Solo una especie es nativa (*Acacia smalii*).

### CONCLUSIONES

En el censo de las avenidas las especies que mas predominaron fueron las plantas usadas como ornamentales que son la palma china (*Washingtonia filifera*) y palma robusta (*Washingtonia robusta*), presentaron mayor número de ejemplares, tuvieron un buen porte mayor de 6 m, condición muy buena y buena, pero estas palmas no están bien distribuidas en

las cuatro avenidas, se observan principalmente en la avenida Morelos. El ficus (*Ficus benjamina*) es el que mejor distribución presentó en las cuatro avenidas.

En el censo de las calles, las especies que más ejemplares tuvieron fueron el laurel de la india (*Ficus microcarpa*), palma de abanico (*Washingtonia robusta*) y trueno (*Ligustrum lucidum*) con un porte de más de 6 metros con una condición buena

Estas especies están más o menos distribuidas por todas las avenidas siendo el laurel de la india (*Ficus microcarpa*) la mejor distribuida de todas.

El total de ambos censos fue de 784 plantas. 647 se dividieron en: 117 fueron palma china (*Washingtonia filifera*), 204 palma robusta (*Washingtonia robusta*), 141 laurel de la India (*Ficus microcarpa*), 98 Ficus (*Ficus benjamina*), 40 fresnos (*Fraxinus excelsior*), 28 pingüicos (*Ehretia tinifolia*) y 19 truenos (*Ligustrum lucidum*). Estas plantas se distribuyeron en un total de 38 especies. Hubo 139 cajetes vacíos lo cual indica que hubo un 14.4 % de mortalidad del total de árboles plantados.

La inmensa mayoría de los árboles son especies introducidas. Su adaptabilidad es muy baja, tienen altos requerimientos hídricos y que además son afectados por las bajas temperaturas (como heladas), las especies son frágiles y enfermas, mal ancladas al suelo, se caen cuando se producen fuertes vientos. No son recomendadas para la reforestación urbana.

A pesar de la falta de adaptación de los árboles en la ciudad existen demasiados casos en donde los administradores de la reforestación, se obstinan por plantar especies inadecuadas que no funcionan en el contexto urbano, con aportaciones ambientales muy bajas y con un costo de mantenimiento elevado.

Considerando lo anterior hay que valorar a las especies nativas que son una magnífica alternativa porque están adaptadas ecológicamente, sus requerimientos hídricos son bajos, resisten altas y bajas temperaturas, son resistentes a plagas o enfermedades y las aportaciones a los servicios ambientales son mejores, además son estéticamente bellas, se obtienen resultados positivos y el costo de mantenimiento será más bajo.

Es necesario plantar árboles en cajetes vacíos. Dar mantenimiento a los cajetes.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Granados, S. D. y O. Mendoza A. 1992. Los árboles y el ecosistema urbano. Universidad Autónoma Chapingo. Impreso en México pág. 12, 15-47.
- Mejía, M. J. M., 2003. Plantas nativas de México con potencial ornamental (análisis y perspectivas). Universidad Autónoma de Chapingo. Impreso en México. Págs. 123-131.
- McGregor, F. I. 2014. Ecología urbana Dónde estamos y hacia dónde vamos?. Ciencia y desarrollo vol. 40. Num. 270. marzo-abril. 36-41.
- Niembro, R. A. 1986. Árboles y arbustos útiles en México (naturales e introducidas). Universidad Autónoma de Chapingo Departamento de bosques. Texcoco Estado de México. Págs. 21 y 22.
- Peisajovich, B. 2003. Árboles para todos una propuesta de trabajo indisciplinaria para conocer y valorar la flora nativa. UACH. Texcoco, Estado de México. Pags 32-36.
- Poluning O., 1978. Árboles y arbustos de Europa. Edición omega S. A. Barcelona, España. Pág. 193-201.
- Rzedowki J., 1978, Vegetación de México. Editorial Limusa. México D. F. Págs. 151-153.
- Suhail, S. A., E. y F. Robles-Q. 2008. Dasonomía urbana del municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. 120p.
- Vidalie, H. 1992. Producción de flores y plantas. Edición mundi-prensa. México, D. F. Pág. 13.

## POTENCIAL FITORREMIADOR Y RETENCIÓN DE CADMIO POR *Ehretia tinifolia* EN ZONA ALEDAÑA A MET-MEX PEÑALES DE TORREÓN COAHUILA.

**Madinaveitia Ríos Héctor<sup>1</sup>, Cervantes Álvarez Edgardo<sup>2</sup>, Blanco Cervantes María Isabel<sup>1</sup>, García Carrillo Mario<sup>3</sup>, Hermosillo Salazar Luis Javier<sup>3</sup>, y Juárez Altunar María Marcia<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup>Profesor-Investigador del depto. de Biología de la UAAAN UL, <sup>2</sup>Profesor del depto. de Ciencias Básicas de la UAAAN UL, <sup>3</sup>Profesor-Investigador del depto. de Suelos de la UAAAN UL, <sup>4</sup>Tesista de la carrera ingeniero en Procesos Ambientales de la UAAAN UL. Email del autor principal: hectormadina@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

La tierra ha sido degradada y contaminada continuamente por la actividad humana. La utilización de los recursos naturales de nuestro planeta es fundamental para la sobrevivencia y prosperidad de la sociedad. Sin embargo, la remoción de los recursos de un ambiente a otro para su utilización, impacta hasta cierto punto a ambos. Los desechos de las actividades mineras es uno de los mejores ejemplos. Estas actividades incontroladas generan una gran cantidad de emisiones de partículas y desechos que contienen metales pesados y metaloides que pueden contaminar el entorno: suelo, agua y aire (Haque *et al.*, 2008; Marchiol *et al.*, 2007).

En México, la minería y la fundición de minerales han generado altas concentraciones de contaminantes en el medio ambiente, pero el impacto ambiental de los residuos no han sido evaluados completamente, se han realizado varios estudios para evaluar las concentraciones de los contaminantes en donde la explotación de minerales como la plata, el plomo y el zinc empezó en el siglo XVI (Armienta *et al.*, 2008)

Los metales son un constituyente natural de la litosfera, cuyos ciclos geoquímicos y bioquímicos y sus balances han sido alterados drásticamente por la actividad humana (Almeida *et al.*, 2007). Los metales pesados son contaminantes inorgánicos que no pueden degradarse, pero que pueden estabilizarse en formas menos biodisponibles en los suelos o ser extraídos de estos (Pauwels *et al.*, 2008).

El impacto de las actividades mineras en las regiones áridas y semiáridas de México no ha tenido la suficiente atención como en las regiones templadas. La actividad humana a incrementado de un modo considerable el contenido de metales pesados en los suelos, de hecho la entrada de metales pesados en los suelos ha ido en aumento desde que comenzó la industrialización (Han *et al.*, 2003). Sin embargo la emisión de desechos dados en industrias fundidoras en los ambientes áridos en México se considera riesgosa para las poblaciones aledañas.

El problema de contaminación por metales pesados en la ciudad de Torreón es provocada por el plomo (Pb), cadmio(Cd) y arsénico (As). Tres elementos altamente dañinos para los humanos, principalmente la población infantil. La compañía metalúrgica Met-Mex Peñoles de Torreón Coahuila, es la empresa que emite la mayor cantidad de estos metales, principalmente Pb y Cd (López,1999).

Estudios realizados en 1999 por investigadores de la escuela de medicina de Dartmouth encontraron en el polvo de los alrededores de Peñoles niveles de Cd que variaron de 11 hasta  $1497 \text{ mg kg}^{-1}$  con una mediana de  $112 \text{ mg kg}^{-1}$ , cuando el nivel máximo que en USA para considerar que un sitio contaminado ya no lo está es de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  (Valdez y Cabrera, 1999)

La contaminación por Cd es un problema que se ha incrementado paulatinamente en los últimos años, como consecuencia del desarrollo industrial (USEPA, 2001).

Las personas expuestas a bajas concentraciones, pero crónicas de Cd, terminan padeciendo hipertensión, insuficiencia renal y hepática, cuando se está expuesto a concentraciones elevadas puede alterar el sistema óseo, haciéndolo más frágil, produciendo una enfermedad dolorosa llamada síndrome de itai-itai (¡ay-ay) que fue detectada por primera vez en Japón en 1968 (Atlas y Bartha, 2001).

Uno de los aportes de la biotecnología para remediar ambientes contaminados como el suelo, es el uso de la fitorremediación. USEPA (2001) define la fitorremediación como el uso de plantas y microorganismos asociados para extraer, secuestrar y/o desintoxicar diferentes clases de contaminantes ambientales del agua, sedimentos, suelos y del aire.

Existen varias categorías dentro de la fitorremediación dentro de las cuales se encuentra la fitoextracción que consiste en la acumulación de los contaminantes en las partes aéreas de las plantas y la fitoestabilización la cual consiste en la absorción de los contaminantes por las raíces manteniéndolos en la rizófora inmovilizados, o en la acumulación de estos pero sin llegar a las partes aéreas de las plantas evitando así la biodisponibilidad o su lixiviación (USEPA, 2001).

Taiz y Zeiger (1998) mencionan que existen plantas hiperacumuladoras de metales pesados tóxicos y son definidos como plantas tolerantes a metales que tienen la habilidad para acumularlos a altas concentraciones en sus vacuolas. Son plantas con exceso de iones metálicos pesados, cuentan con 2 mecanismos para destoxificar metales tomados dentro de la célula: la complejación con compuestos orgánicos y la compartimentación dentro de la vacuola celular, a través de fitoquelatinas que son grupos de peptidos que se enlazan a los metales y que se acumulan en las vacuolas. Además las plantas también tienen genes que codifican iones metalotioneinas que son pequeñas proteínas que enlazan metales. Estas Metalotioneinas

aparecen también para proteger los constituyentes celulares de daños oxidativos debido a los metales, aunque su papel preciso en la homeostasis y tolerancia aun no esta aclarado.

El objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad potencial remediadora y de retención de Cd por la planta *Ehretia tinifolia*, comúnmente conocido como “pinguico”y así poderla recomendar para ser establecida en suelos contaminados por metales pesados contaminantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del área de estudio.** El trabajo se efectuó en áreas colindantes a la industria Met-Mex Peñoles ubicada en el sur de la ciudad de Torreón, durante los meses de septiembre a octubre de 2007.

**Trabajo de campo.** Se hizo un diseño de bloques completamente al azar. Se tomaron muestras de *Ehretia tinifolia* en distintas orientaciones tomando como referencia a la industria. Las orientaciones fueron el noreste, noroeste, sureste y suroeste, a dos distancias: a los 100 y 200 m con respecto a la industria. En cada distancia se muestrearon 4 plantas, o sea una por orientación. En total fueron 8 plantas las muestreadas. Se obtuvieron muestras de raíz, tallo y hojas, fueron una muestra por cada órgano de la planta, siendo en total 24 muestras las colectadas. A nivel de raíces las muestras obtenidas fueron de 0 a 5 cm de profundidad. A nivel de tallos y hojas las muestras fueron sacadas a alturas que variaron entre . 1.5 hasta 2.5 m. Las muestras de tallos se obtuvieron de las ramas que sostienen las hojas.

**Trabajo de laboratorio.** Cada muestra se secó y se trituró. Se pesó el material vegetal, se separó .5 g de cada muestra y se colocó en matraces microkjeldahl de 30 ml o tubos de digestión. Se adicionaron 6 ml de mezcla digestora. Se dejaron en predigestión por 12 horas. Simultáneamente se corrieron blancos de reactivos. Se adicionaron dos o tres perlas de vidrio para mantener una ebullición pareja.

Se colocaron los matraces o los tubos en la unidad digestora y se calentaron a 150 °C hasta que desaparecieran los humos pardos del óxido de nitrógeno. Este proceso tomó entre 30 y 45 minutos. Durante esta etapa se giraron los matraces o el tubo para lavar las paredes de todo residuo orgánico. Una vez concluida la etapa anterior se elevó la temperatura del aparato digestor a 210 °C, para llevar la ebullición a la mezcla azeotrópica de HClO<sub>4</sub> (203 °C). El ataque de HClO<sub>4</sub> a la matriz orgánica residual se nota inicialmente por la aparición de vapores pardos leves y luego por una reacción viciosa con formación de espuma. El final de la reacción

está, marcada por la aparición de vapores pesados y se dejaron las muestras por 5 minutos más en el aparato digestor. Se transfirió cuantitativamente lo digerido a un matraz aforado de 10 ml y fue aforado con agua desionizada. Se efectuaron las lecturas de los extractos para la determinación de Cd, realizando su lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 2380.

Los cálculos realizados fueron:

$$\%Cd = \frac{ppmAA \times Dm \times Dv}{10000}$$

Donde:

ppm = partes por millón

Cd = cadmio

AA = concentración de Cd leída

Dm = dilución en masa 50/5

Dv = en caso de ser necesario

Finalmente los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico, utilizando para ello el paquete digital de la Universidad Autónoma de Nuevo León versión 1.1 2012 de Olivares (2012).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra la concentración de Cd en las raíces, tallos y hojas de *Ehretia tinifolia*, fue en las raíces donde mayor concentración de Cd se encontró, y en la orientación SE se halló la mayor cantidad de Cd con 491.4 mg kg<sup>-1</sup> en toda la planta, probablemente esto indica que los vientos que predominaron fueron los de esta dirección (SE). Mientras que hacia el NW y SW fue donde menor Cd se halló en los árboles. En promedio fue en las raíces donde mayor Cd hubo con 109.8 mg kg<sup>-1</sup>. Hubo una mayor concentración de Cd entre más cerca de las fuentes de emisión del metal se está, en este caso fue mayor la concentración a los 100 m de distancia que a los 200 m. En los tallos de las ramas se observó una mayor concentración que en las hojas, aunque fue poca la diferencia.

Cuadro 1. Concentración de Cd en las raíces, tallos de ramas y hojas de *Ehretia tinifolia* localizado a aproximadamente a 100 y 200 m. en orientación SE, SW, NE y NW de Met-Mex Peñoles. sep- oct. De 2007.

<i>Ehretia tinifolia</i>	Raíces		Tallos		Hojas		sumatoria
	Cd		Cd		Cd		
	(mg kg <sup>-1</sup> )		(mg kg <sup>-1</sup> )		(mg kg <sup>-1</sup> )		
Distancia (m)	100	200	100	200	100	200	
SE	139.9	80.2	70.5	69.5	66.6	64.7	491.4
SW	99	70.1	87	77	67,7	67	467.8
NE	122.1	76.4	75.4	72.1	68.1	69	483.1
NW	78.4	100.4	80.3	71.5	67.6	66.6	464.8
Conc. media	109.8	81.7	78.3	72.5	67.5	66.8	

De acuerdo a los resultados mostrados, probablemente la principal estrategia remediadora de esta especie se basa en alcanzar una estabilización, la cual se da por la absorción del Cd a través de las raíces manteniéndolo en la rizósfera inmovilizado, sin que lleguen a las partes aéreas, evitando así la biodisponibilidad o su lixiviación. Secundariamente, ocurre también una fitoextracción que está dada por la acumulación del Cd en las partes aéreas (ramas y hojas) de esta especie (USEPA, 2001).

Estos resultados también sugieren que estas plantas posiblemente son hiperacumuladoras de metales pesados tóxicos. Taiz y Zeiger (1998) mencionan que para funcionar así, la planta cuenta con 2 mecanismos para detoxificar metales tomados dentro de la célula: la complejación con compuestos orgánicos y la compartimentación dentro de la vacuola celular, a través de fitoquelatinas que son grupos de péptidos que se enlazan a los metales y que se acumulan en las vacuolas. Además las plantas también tienen genes que codifican iones metalotioneinas que son pequeñas proteínas que enlazan metales. Estas metalotioneinas



aparecen también para proteger los constituyentes celulares de daños oxidativos debido a los metales y probablemente participan en la homeostasis y tolerancia a los metales pesados tóxicos.

**Análisis de varianza.** El Cuadro 2 muestra los resultados del análisis de varianza efectuado con los datos de Cd hallado a 100 m de distancia de Met.Mex Peñoles. Se puede observar que existe diferencia significativa entre la concentración de Cd de la raíz con respecto al tallo y las hojas. Mientras que entre el tallo y las hojas no existió diferencia significativa alguna .

Cuadro 2. Análisis de varianza de la variable Cd, con tres tratamientos: raíz tallo y hojas en *Ehretia tinifolia* a 100 m de Met-Mex Peñoles Torreón Coahuila. Sept-Oct. de 2007.

tratamiento	Media	Sig.=0.05
Raíz	109.850	a
Tallo	78.300	b
Hojas	67.500	b

En el Cuadro 3, están los resultados del análisis de varianza efectuado con los datos encontrados de Cd a 200 m de distancia de Met-Mex Peñoles. Se puede ver que existe diferencia significativa de la concentración de Cd de la raíz con respecto a las hojas. La significancia entre el Cd hallado en la raíz con respecto al tallo no tiene una tendencia bien definida.

Cuadro 3. Análisis de varianza de la variable Cd, con tres tratamientos: raíz, tallo y hojas en *Ehretia tinifolia* a 200 m de Met-Mex Peñoles, Torreón Coahuila. Sep-Oct de 2007

Tratamiento	Media	Sig.=0.05
Raíz	81.75	a
Tallo	72.525	ab
Hojas	66.825	b

### CONCLUSIONES

En las raíces fue el organo que mayor retención de Cd se observó.

La principal estrategia remediadora de esta especie se basa en alcanzar una estabilización, la cual se da por la absorción del Cd a través de las raíces manteniéndolo en la rizósfera inmovilizado, sin que lleguen a las partes aéreas, evitando así la biodisponibilidad o su lixiviación.

En base a que esta especie vive sin aparentes daños en suelos con alta concentración de metales pesados (como el Cd), se puede considerar a esta especie como una hiperacumuladora de metales pesados.

En la orientación SE se halló la mayor cantidad de Cd con  $491.4 \text{ mg kg}^{-1}$  en toda la planta, probablemente esto indica que los vientos que predominaron fueron los de esta dirección (SE). Las plantas entre mas cercanas a las instalaciones de la empresa presentaron mayor concentración de Cd.

El análisis de varianza indicó que existe diferencia significativa entre la concentración de Cd de la raíz con respecto al tallo y las hojas a 100 m de distancia de Met-Mex Peñoles. Mientras a 200 m de distancia indicaron que existe diferencia significativa de la concentración de Cd de la raíz con respecto a las hojas.

La especie *Ehretia tinifolia* tiene un buen potencial remediador para retener metales pesados entre ellos el Cd

Se recomienda que se sigan efectuando estudios sobre el potencial de esta especie como fitorremediadora.

---

---

**BIBLIOGRAFIA**

- Almeida A-AF, Valle RR, Mielke MS, Gomes FP. 2007. Tolerance and prospection of phytoremediator wody species of Cd, Pb, Cu and Cr. Braz J Plant Physiol. [Review]. 19(2):83-98.
- Armienta MA, Ongley LK, Rodríguez R, Cruz O, Mango H, Villaseñor G. 2008. Arsenic distribution in mesquite (*Prosopis leavigata*) and huizache (*Acacia farnesiana*) in the Zimapán mining area, México. Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis. 8:191-7.
- Atlas, M. R. Y R. Bartha. 2002. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Cuarta Edición. Editorial Addison- Wesley. Madrid España. 677 p.
- Han, F. X. A. Banin, L. Kingery W., B. Triplett G, X. Zhou L., J. Zheng S. and X. Ding W. 2003. New approach to studies of heavy metal redistribution in soli. Advances in Environment Research. (8) 113-120.
- Haque N, Peralta-Videa JR, Jones GL, Gill TE, Gardea-Torresdey JL. 2008. Screening the phytoremediation potential of desert broom (*Baccharis sarothroides* Gray) growing on mine tailings in Arizona, USA. Environ Pollut. May; 153(2):362-8.
- López, P.F. 1999. Ordenan a Perñoles reducir sus operaciones a la mitad. La Jornada. 22/05/99.
- Marchiol L, Fellet G, Perosa D, Zerbi G. 2007. Removal of trace metals by Sorghum bicolor and Helianthus annuus in a site polluted by industrial wastes: a field experience. Plant Physiol Biochem. May;45(5):379-87.
- Pauwels M, Willems G, Roosens N, Frerot H, Saumitou-Laprade P. 2008. Merging methods in molecular and ecological genetics to study the adaptation of plants to anthropogenic metal-polluted sites: implications for phytoremediation. Mol Ecol. Jan;17(1):108-19.
- USEPA, 2001. Environment Protection Agency. Chronic Toxicity Summary. Cadmium and cadmium compounds. CAS. Registry Number: 7449.
- Valdez, P. F. y V. Cabrera. 1999. "En defensa del ambiente" la contaminación por metales pesados. Torreón Coahuila, México. Primera edición.
- Taiz, L. y E. Zeiger. 1998. Plant Physiology. Second editon. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Box 407. 23 Plumtree Road, Sunderland, MA, 01375 USA. 792 p.

## DINÁMICA DE FERMENTACION IN VITRO EN NOPAL *Opuntia ficus-indica* CON *Saccharomyces cerevisiae*

Leslie Berúmen Hernández<sup>1\*</sup>, Esperanza Herrera Torres<sup>2</sup>,  
Manuel Murillo Ortíz<sup>2</sup>, Jesús Páez Lerma<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup> Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales. UJED. Durango, Dgo.  
México. [lberumen85@gmail.com](mailto:lberumen85@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. División de estudios de posgrado. UJED. Km 11.5  
Carretera Durango-Mezquitil. Durango, Dgo. México.

<sup>3</sup> Unidad de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Durango. ITD. Durango, Dgo. México.

### INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en el norte de México es limitada por lo irregular de la distribución de las lluvias durante el año, lo cual resulta en una baja disponibilidad del forraje sobretodo en la época de secas (Murillo, 2012). Esto obliga al uso de concentrados comerciales durante este periodo para cubrir las necesidades de proteína y energía del ganado. Sin embargo, el uso de concentrados eleva el costo de la alimentación, lo que hace necesario emplear nuevas alternativas que abaraten los costos (Herrera, 2011). Bajo estas condiciones de producción una alternativa que es usada actualmente es emplear nopal como sustrato para la producción de biomasa microbiana. El nopal es empleado para la alimentación animal por su eficiencia para convertir agua en biomasa y por su naturaleza es empleado como sustrato por microorganismos capaces de crecer en un medio ambiente complejo (Gutiérrez *et al.*, 2009). Sin embargo, el nopal forrajero tiene un bajo contenido de proteína (4%) (Díaz *et al.*, 2011). Una biotecnología que incrementa la calidad nutritiva, es la fermentación en estado sólido (FES), la cual puede producir biomasa a partir de carbohidratos presentes en el sustrato (Peláez *et al.*, 2011). Este proceso permite la hidrolización de la celulosa y desdoblar la glucosa en un solo paso. Entre los microorganismos más utilizados en la FES se encuentran la *S. cerevisiae* y algunas especies de *Kluyveromyces* (Van Markiset *al.*, 2006). Por ello el objetivo de este trabajo fue evaluar la dinámica de fermentación de *S. cerevisiae* en nopal *Opuntia ficus-indica* con diferentes tratamientos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, México. El nopal *Opuntia ficus-indica* se colectó en el Rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 23 de la carretera Durango-Mezquitil. Ambos sitios ubicados a 24°28'N, 104°40'W, a 1890 msnm y con una temperatura media anual de 17.5°C y una precipitación media de 450 mm INEGI (2004).

El nopal (250 g) fue cortado en cubos de 1 cm y se colocó en matraces Erlenmeyer de 500 ml (3 matraces por tiempo de fermentación) con los siguientes tratamientos: (T1) nopal (blanco) y (T2) nopal + 2.5 g de *S. cerevisiae* + 2.5 g de minerales + 2.5 g de urea, donde se incubaron a 32 °C durante 0, 24, 48, 72 y 96 h. Al final del tiempo de fermentación, las muestras fueron secadas a 55°C por 24 h en una estufa de aire forzado para ser pesadas y molidas para su posterior análisis químico.

Los contenidos de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) fueron determinados de acuerdo a las recomendaciones de la AOAC (1994) y porcentaje de fibra detergente neutro (FDN) mediante el método propuesto por (Van Soestet *al.*, 1991). Los datos fueron analizados con un diseño completamente al azar mediante un arreglo factorial 2 X 5 mediante el procedimiento MIXED, SAS (2009).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se observó que el contenido de MS más alto fue a las 0 h en el T2 ( $P < 0.001$ , Tabla 1), esto se puede explicar debido a que una alta concentración de azúcares (22%) y urea (5%), puede ocasionar una deficiencia respiratoria en la levadura y un descenso en la velocidad de fermentación, (Brock, 1993). El contenido de PC alcanzó su máxima concentración a las 48 h en el T2. Sin embargo, el aumento en el contenido de PC a las 0 h en ambos tratamientos, se puede atribuir a la adición de la levadura; la cual incrementó el 54.9% su contenido. De igual forma, se observó un incremento de 81.86 % en el T2 a las 48 h de iniciado el proceso de fermentación ( $P < 0.001$ , Tabla 1). A partir de este tiempo, se registró una disminución en el contenido de PC. Resultados similares a los de este estudio fueron obtenidos por (Araujo *et al.*, 2005) en nopal fermentado con 5% de *S. cerevisiae* a 30°C de temperatura (10.74 y 14.88 % de MS y PC, respectivamente). El contenido de FDN del nopal fermentado en los 2 tratamientos tiende a disminuir a partir de las 24 h de fermentación con el tiempo (Tabla 1,  $P < 0.01$ ). No existen trabajos que reporten el contenido de estas fracciones en nopal fermentado. De acuerdo con Van Soest (1982), los forrajes con un contenido menor a 40% de FDN pueden considerarse como de buena calidad, mientras que aquellos que sobrepasan el 60%, pudieran interferir con la digestión y el consumo. Por consiguiente, los niveles de FDN obtenidos en este estudio indican valores nutritivos adecuados que pueden favorecer el desempeño productivo del animal.

**Tabla 1. Composición química del nopal fermentado con 2 tratamientos**

TIEMPO	TRATAMIENTOS		MEDIA	EEM	P <
	MSI (%)				
	T1	T2			
0h	17.18	18.42	14.76	0.57	***
24h	14.99	15.45	13.67	0.57	**
48h	17.24	16.79	14.08	0.57	**
72h	13.64	16.94	13.23	0.57	***
96h	14.38	15.67	12.44	0.57	**
<b>MEDIA</b>	15.48	15.25			
	PC (%)				
0h	3.85	28.32	13.80	1.06	**
24h	6.47	35.28	17.34	1.06	***
48h	7.23	36.70	17.89	1.06	***
72h	6.18	31.48	16.09	1.06	**
96h	5.36	33.14	15.46	1.06	***
<b>MEDIA</b>	5.18	32.98			
	FDN (%)				
0h	22.09	24.74	30.27	1.36	***
24h	41.17	21.80	35.72	1.36	**
48h	27.51	15.35	28.13	1.36	*
72h	27.09	16.98	25.52	1.36	**
96h	31.77	23.36	26.75	1.36	**
<b>MEDIA</b>	24.53	20.44			

EEM: Error estándar de la media, \*(P<0.05), \*\*\*(P<0.01), \*\*\*(P<0.001). Materia seca inicial (MSI), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que la concentración de proteína en el nopal se incrementa con el tiempo de fermentación hasta las 48 h en T2, mientras que a partir de esa hora declina a través del tiempo. Sin embargo, no muestra una tendencia definida, pues la concentración varía en ambos tratamientos y el tiempo de fermentación. Además se observó un incremento en la calidad nutritiva del nopal fermentado con los tratamientos.

## BIBLIOGRAFIA

- AOAC .1994.Official Methods of Analysis.Vol II 16th Edition.Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32
- Araujo, L.F., Nunes, M.A., Perazzo, N.A., Conrado, O.L.S., Da Silva, F.L.H. 2005. Protein Enrichment of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* mil) using *Sacharomyces cerevisiae* in solid state fermentation.Brazilian Archives of Biology and Technology. 161:168
- Brock, T. 1993.Biología de los microorganismos.Michael Madigan. Info. Agro. <http://www.Filecrop.com/microbiología-de-brock-pdf>. Accesado 10 abril 2013
- Díaz, P.D., Rodríguez, M.C., Mancillas. F.P., Ruíz, O.N., Mena, M.S., Salvador, T.F., Duran, L.M. 2012. Fermentación in vitro de nopal forrajero con un inóculo de levadura *Kluyveromyces lactis* obtenida a partir de manzana de deshecho. REDVET. 13:1: pp 1-7

- Gutiérrez, O.E., Elíaz, A., Santos, H.A., Facundo, A., Morales, T.H., Bernal, B.H. 2009. Uso del nopal nativo y cultivado en la alimentación de rumiantes. VII Simposium – taller “producción y aprovechamiento del nopal en el noroeste de México”. Revista salud pública y nutrición. 2:15-19
- Herrera, T.E. 2011. Parámetros productivos y perfil metabólico en ovejas suplementadas con forraje hidropónico de trigo. Tesis de doctorado. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Dgo., México. 5 pp
- INEGI .2004. Cuaderno Estadístico Municipal, Durango. Estado de Durango. México
- Murillo. O.M., Herrera, T.E., Carrete, F.O., Ruiz, B., Serrato, J.S. 2012. Chemical composition, in vitro gas production. Ruminal fermentation and degradation patterns of diets bay grazing in native range of north Mexico. Asian Australian Journal of Animal Science. 25:1395-1403
- Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: Fahey Jr. G.C (Ed). Forage quality, evaluation and utilization. Madison, WI. USA. American Society of Agronomy.450-493 pp
- Peláez, A.A., Meneses, M.M., Miranda, R.L.A., Ayala, M.M., Crosby, G.M.M., Loera, C.O., Megías, R.D.M. 2011. Enzimas fibrolíticas producidas por fermentación en estado sólido para mejorar los ensilajes de caña de azúcar. Revista Agrociencia. 45:1405-1422
- SAS .2009. SAS User’sGuide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Van Markis, A.J.A., Abbott, D.A., Bellissimi, E. 2006. Alcoholic fermentation of carbon sources in biomass hydrolysates by *Saccharomyces cerevisiae*: Current Status. Antonie van Leeuwenhoek 90:391-418
- Van Soest .1982. Animal ecology of the ruminant USA: O. and B. Brooks Inc.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy. Sci. 74:35-83

---

---

## DETERMINACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO DE CRECIMIENTO DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) EN ZONAS TEMPLADAS

José Luis Rodríguez Álvarez<sup>1</sup>, Gerardo Grijalva Avila<sup>1</sup>, Carmen Leticia Mar Tovar<sup>2</sup>, Arnulfo Pajarito Ravelero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Durango, Carr. Durango-México Km 9.5, [jira2014@yahoo.com](mailto:jira2014@yahoo.com)

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km 4.5 Carr. Durango el Mezquital

### INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el cultivo de animales acuáticos como peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas en ambientes controlados. Esta actividad aporta la tercera parte de la producción pesquera mundial y es uno de los sectores de mayor crecimiento desde finales de la década de los 80. Aunque esta actividad es vista como una alternativa para satisfacer la necesidad de alimento de muchos países tropicales, tiene numerosos efectos sobre los ecosistemas acuáticos donde se desarrolla (Nganyi, 2002), dichos efectos van desde la afectación de las poblaciones naturales de las especies de cultivo por la colecta de huevo, larva, juveniles y adultos, hasta la descarga del agua residual a los efluentes de agua adyacentes.

Actualmente la acuicultura es una práctica que se lleva a cabo en diversas regiones de México, y existen diversas especies susceptibles de ser cultivadas con amplias oportunidades de negocio o solo como alternativas alimenticias (Fuente: Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca). Como es el caso de el estado de Durango donde se ha incrementado el número de unidades acuícolas para autoconsumo y comercial como una alternativa más de producción en el campo dentro de las actividades agropecuarias tradicionales.

Una vez que la acuicultura es vista como negocio, será necesario contar con sistemas óptimos de producción, en donde el desarrollo de modelos de estimación puede ser una herramienta importante que, aunado a un monitoreo intermitente de la talla del pez, permita al productor pronosticar o validar el rendimiento de la unidad de producción de acuerdo a la planeación inicial. En el Estado de Durango, las especies de mayor demanda para la mejor explotación en acuicultura, son la tilapia y la trucha, sin embargo, en el caso de la tilapia, las bajas temperaturas en el invierno y la precocidad de esta especie, son una limitante para su cultivo.

La tilapia muere a temperatura menor a 9°C y su crecimiento disminuye considerablemente cuando es menor a 20°C, alargando su periodo de engorda hasta 8 ó 9 meses para alcanzar tallas de 250 a 300 g. Esta situación es una desventaja para los productores, porque incrementa sus costos de producción, por lo que el uso de los modelos permitirá determinar la talla máxima



de cosecha a la cual el productor pueda obtener la mayor ganancia y reducir los costos del cultivo.

Debido a la demanda por el cultivo de la tilapia, en el año 2012 se estableció un módulo de producción intensiva de tilapia nilótica masculinizada en Durango, donde se recabó información del crecimiento de la especie para el mejor ajuste de un modelo matemático. Resulta pues de gran importancia seleccionar el modelo que mejor se adapte así como el encontrar los parámetros que permitan un ajuste aceptable a los datos obtenidos, lo anterior con el objeto de que el productor pueda contar con un mecanismo de estimación y validación del peso en función de la longitud en cualquier instante de tiempo durante la producción.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La muestra de la población de tilapia para medir las variables de interés se obtuvo en el módulo acuícola localizado en las instalaciones del Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP- Durango, éste módulo se compone de 4 estanques circulares de 30 m<sup>3</sup> de capacidad, con densidades de siembra de 15 kg por metro cúbico. En cada estanque se realizaron muestreos quincenales de organismos desde la siembra hasta alcanzarlos 550 g de peso. El tamaño de la muestra fue tomada al azar y representó el 10% del total de la población.

Los datos de peso y longitud fueron obtenidos mediante buenas prácticas de manejo asegurando en cada vez el evitar la inclusión del error por medición del instrumento (báscula digital e ictiómetro), durante éste proceso también se registró la temperatura del agua ya que con inclusión del peso, ambas variables permiten el cálculo y forma de dosificación de la cantidad de alimento de acuerdo a tablas de conversión alimenticia recomendadas para la especie en estudio, de esta manera se estandarizan los criterios de alimentación en los cuatro estanques. Mediante un análisis estadístico de intervalos de confianza se procedió a la validación de las dos primeras variables y posteriormente se analizó la correlación existente, establecida a partir de diferentes modelos lineales paramétricos. Como es evidente, para efectos de comprobación de nuestra hipótesis, se consideró la longitud del pez en sus diferentes etapas de crecimiento como la única variable de entrada al modelo, y el peso como variable de salida, tanto para la fase de obtención del modelo como para su posterior validación.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las funciones que normalmente se usan para evaluar el crecimiento de diferentes especies de origen animal son elegidas en forma empírica y su elección se hace con base a la habilidad de la función de ajustarse a los datos, y en ocasiones los parámetros obtenidos en dichas

funciones no tienen una interpretación biológica (Gómez *et al.*, 2008). Las funciones de crecimiento pueden ser caracterizadas mediante el conocimiento de algunos delineamientos fisiológicos o mecanismos biológicos según lo propuesto por Bertalanffy (1938), permitiendo que los parámetros obtenidos puedan ser analizados desde el punto de vista productivo.

Aún y considerando el impacto de los trabajos de Gómez *et al.* (2008) y Bertalanffy (1938), son pocos los modelos matemáticos aplicados a la acuicultura, entre estos se encuentra el modelo desarrollado por De Los Santos y Silva (2008) en el cual definen un modelo lineal para determinar el crecimiento de langostinos. La falta de ajuste a los modelos de Bertalanffy (1938) hizo que se definiera por el modelo lineal. Sin embargo, no se considera la búsqueda de un mejor ajuste, el cual puede ser encontrado en los modelos de segundo y tercer orden, motivo del presente trabajo.

Nuestro análisis estadístico consistió en primera instancia en ajustar el mejor modelo de regresión utilizando el software para mejoramiento de la calidad y formación estadística Minitab®. El método utilizado para la estimación de parámetros fue el de mínimos cuadrados, el cual es un método que suma los cuadrados de los residuos o errores alrededor de la línea de regresión con el objeto de minimizarlos (Walpole *et al.*, 1999). Se estima que los ajustes de los diferentes modelos puestos a prueba, se consideran como altamente confiables ya que durante el proceso de muestreo se tuvo especial cuidado para no violar los supuestos del modelo como lo son; Normalidad, independencia, y varianza constante como lo sugieren Gutiérrez y De la Vara, (2008).

Cabe hacer mención que de las “medidas de la bondad de ajuste” del modelo lineal, como lo son la variación residual ( $s$ ) y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), se prefirió este último, ya que la primera es una medida de carácter absoluto, por lo que su cuantía depende de la propia magnitud de la variable endógena. En cambio  $R^2$  es una medida adimensional, de fácil cálculo e interpretación, debido a su recorrido acotado entre cero y uno (0-100%), lo que conduce a una amplia utilización de la misma. Así,  $R^2$  se puede interpretar como la proporción de la variación total en las  $y_i$  que es explicada por la variable  $x$  en un modelo de regresión lineal simple (Wackerly *et al.*, 2010). Considerando lo anterior se procedió al ajuste de los datos longitud-peso a un modelo lineal, cuyo comportamiento puede observarse en la Figura 1, para este modelo se obtuvo una variación de 52.7 y una  $R^2$  de 86.2%, por lo que obtuvo una correlación entre la longitud y peso de 74.3%.

Dado que nuestro interés es poder usar un ajuste de modelos biológicos con modelos lineales de orden superior, nuevamente un modelo cuadrático y uno cúbico fueron utilizados para dar el

ajuste a los datos dando como resultado una correlación de 96.4% y 96.6% respectivamente. En el Cuadro 1 se muestra una comparación entre los diferentes ajustes de los modelos.

Cuadro 1. Coeficientes y variaciones de diferentes Modelos ajustados.

Modelo	Modelo	Variación (s)	Coefficiente de Determinación ( $R^2$ )
Lineal	$Peso = -199.8 + 24.1 L + \varepsilon$	52.7	86.2%
Orden 2	$Peso = 56.2 - 16.2 L + 1.3L^2 + \varepsilon$	18.8	98.2%
Orden 3	$Peso = 40.9 - 11.6 L + 0.9L^2 + 0.008L^3 + \varepsilon$	18.7	98.3%

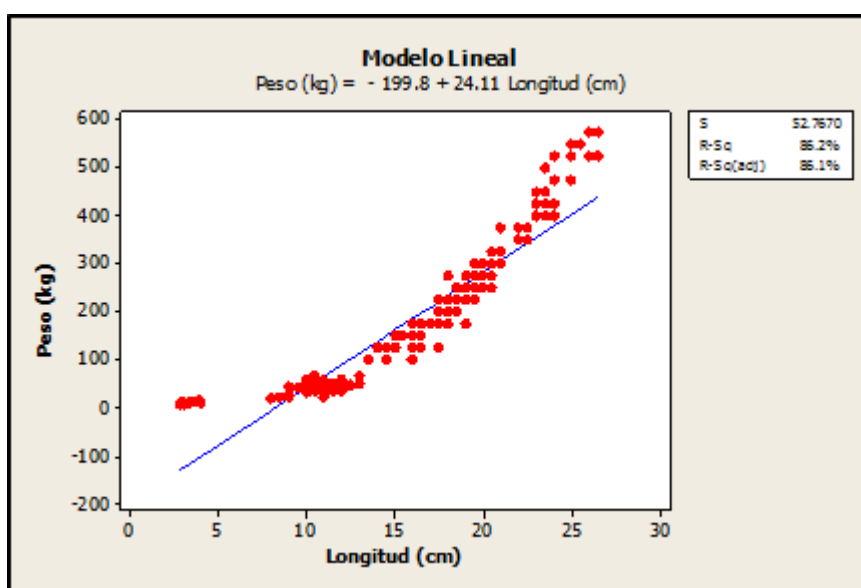


Figura 1. Modelo lineal ajustado

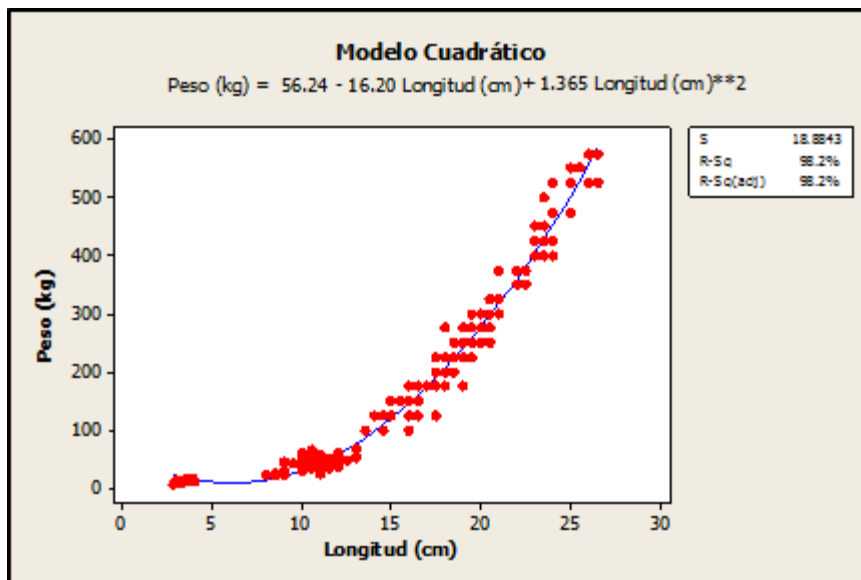


Figura 2. Modelo ajustado de segundo orden

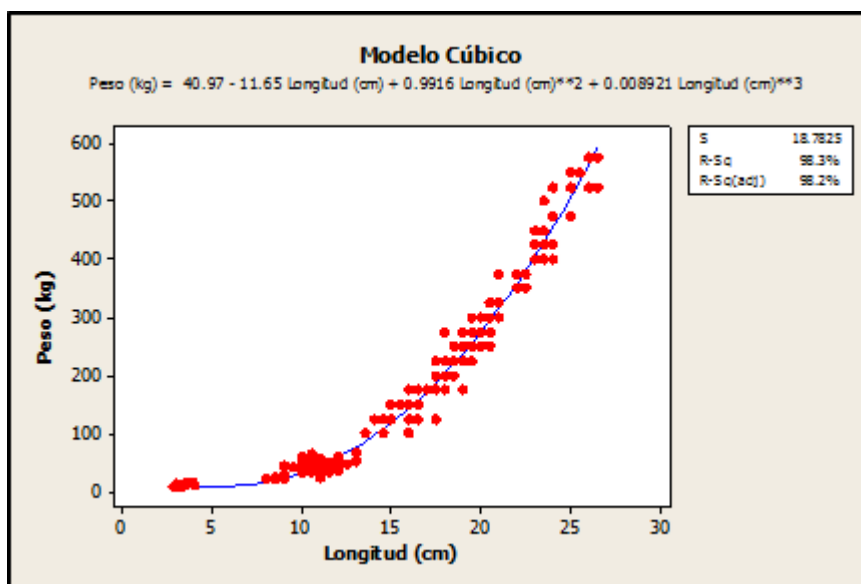


Figura 3. Modelo ajustado de tercer orden

### CONCLUSIONES

En la construcción o desarrollo de modelos una muestra representativa de la población real fue determinante.

Considerando los coeficientes de determinación obtenidos, el modelo que mejor se ajustó a los datos, fue el modelo de 3er orden, con el cual, el productor podrá estimar y validar el peso de la

tilapia durante las diferentes etapas de crecimiento e implementar acciones de mejora que le permitan incrementar el rendimiento en su unidad de producción.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bertalanffy Von L. 1938. A quantitative theory of organic growth. HumBiol, 10:181-213.
- De Los Santos Romero R., y Silva Rivera M. E. 2008. Crecimiento de *Macrobrachium Michoacanus* con Relación al Tipo de Alimento y Densidad de Cultivo. Revista Naturaleza y Desarrollo, Vol. 6 num.1, p15-25.
- Gómez Divier A., Muñoz Mario F., Betancur Luis F. 2008. Modelación de las Funciones de Crecimiento Aplicadas a la Producción Animal. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Vol. 21, p 42.
- Gutiérrez Pulido H., y De La Vara Salazar R. 2008. Análisis y Diseño de Experimentos. Ed. McGraw Hill, 2da. Edición. 81 p.
- [http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/con\\_acuacultura](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/con_acuacultura)
- Nganyi, J. *What is aquaculture?* en UNEP-WCMC. UN Atlas of the Oceans. UNEP-WCMC. 2002. Disponible en <http://www.oceansatlas.org/index.jsp>
- Wackerly Dennis D., Mendenhall William, Scheaffer Richard L. 2010. Estadística Matemática con Aplicaciones. Ed. CENGAGE Learning, 7ma. Edición. 601 p.
- Walpole R. E., Raymond H. and Myers S. L. 1999. Probabilidad y Estadística Para Ingenieros. Ed. Prentice Hall, 6ta. Edición. 362 p.

---

---

## EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) EN UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN CONDICIONES PROTEGIDAS.

Carmen Leticia Mar Tovar<sup>1</sup>, Arnulfo Pajarito Ravelero<sup>1</sup>, Gerardo Grijalva Avila<sup>2</sup>, José Luis Rodríguez Álvarez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km 4.5 Carr. Durango el Mezquital, [mar.leticia@inifap.gob.mx](mailto:mar.leticia@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Universidad Politécnica de Durango, Carretera Durango-México Km. 9.5.

### INTRODUCCIÓN

La principal demanda social a nivel nacional es la generación y aplicación de tecnologías para producción de alimento de forma sostenible y sustentable (Van Gorder, 2000). En Durango la precipitación pluvial no ha sido uniforme, por lo que los extensos periodos de sequia que se han presentado afectan significativamente la producción y rendimiento de los cultivos básicos, y consecuentemente a los sectores más vulnerables, ya que puede significar un año completo sin producción agrícola de temporal, tanto de producción comercial como de autoconsumo (Vertebración, 2013).

El cultivo de peces en el Estado ha sido una actividad de beneficio social y económico por la producción de alimento y la oportunidad de generar ingresos mediante la venta del producto. Actualmente ha surgido la demanda por el cultivo de tilapia, sin embargo el limitado abasto de agua de calidad y la presencia de bajas temperaturas en invierno afectan el ciclo de producción de esta especie (Mary López, 2013).

Para lograr la sustentabilidad de los recursos naturales, es necesaria la aplicación de tecnologías como sistemas de recirculación y tratamiento del agua. Los sistemas de recirculación acuícola (SRA) representan una gran ventaja para los productores que no tienen suficiente agua para el desarrollo acuícola tradicional, ya que por medio de un SRA se puede reutilizar del 90% al 99% del agua después de ser tratada para eliminar los sólidos suspendidos y el amoníaco. Además se conserva la temperatura en el agua, debido a que la mayor parte es reutilizada permitiendo mayor control en el sistema (Timmonset *al.* 2002b). Esta tecnología es una alternativa para la producción de alimento en poco espacio y poca disponibilidad de agua (Transviña, 2007); y el uso de invernaderos protege a los organismos de las bajas temperaturas de invierno evitando la muerte de estos en caso de tener temperaturas menores a 9°C.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación del cultivo de tilapia en el sistema de recirculación se realizó en el módulo de acuicultura localizado en las instalaciones del Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP- Durango, el cual se encuentra dentro de un invernadero para proteger a la tilapia de las bajas temperaturas de invierno que afectan su desarrollo. El módulo se compone de 4 estanques circulares de geomembrana de 6.0 m de diámetro x 1.2 m de altura, además de los siguientes componentes que conforman el sistema de recirculación:

- 1) Clarificador cilíndrico - cónico de flujo radial ascendente con pendiente de 45°; retención de sólidos sedimentables mayores a 100 micrones, con sistema de rebosadero tipo radial, estructura desnatadora y retención de sólidos flotantes con dimensiones de 2.0 m de diámetro x 1.2 m de altura al cilindro y 1.2 m de profundidad al cono.
- 2) Biofiltro sumergido flotante de cuentas tipo "kaldness" con área superficial de  $1,233\text{m}^2\text{m}^{-3}$ , 1.6 m x 1.2 m.
- 3) Aireador metálico de 3.0 HP y flujo de 165 cfm de aire a una presión de 1.0 m de profundidad y salida de 2.0".
- 4) Variador de frecuencia para motor de 3.0 HP.
- 5) Manguera difusora con poro de 3 mm, diámetro interno de 1/2".
- 6) Bomba centrífuga con capacidad de 6.3 lps.

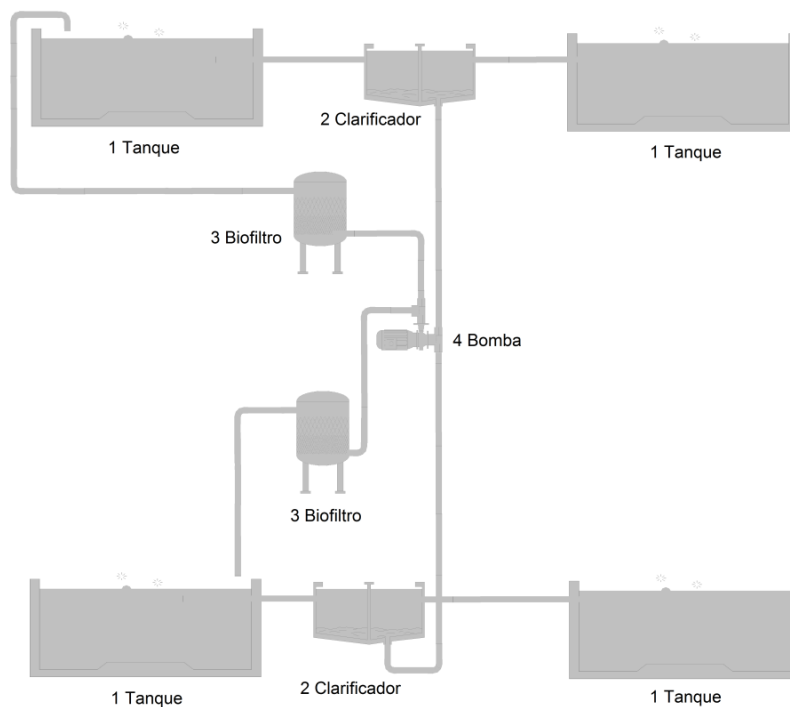


Figura 1. Módulo de recirculación de agua para acuicultura INIFAP

El flujo de agua en el sistema es de 6 m<sup>3</sup> por hora y con recambio del volumen total del estanque de 4.8 veces en 24 horas. La densidad de carga para cada estanque fue de 15 Kg m<sup>-3</sup> y la evaluación se llevó a cabo durante nueve meses (2012 -2013), iniciando con la siembra de un lote de 11,500 tilapias masculinizadas de 1.0 g. Los muestreos se realizaron quincenalmente desde la siembra de organismos hasta los 300 g de peso. De acuerdo al método de estimación del tamaño de la muestra definido por Anderson *et al.* (2009), el número de organismos a muestrear es poco representativo considerando que se obtiene bajo el supuesto de que la totalidad de los organismos presentan condiciones anatómicas y fisiológicas ideales, en la práctica es conocido que algunos organismos pueden no presentar dichas condiciones, por ello es recomendable según nuestra experiencia muestrear al 10% del total de las poblaciones quedando así un muestreo de 287 tilapias por estanque.

Los muestreos de calidad de agua que comprenden oxígeno disuelto, pH y temperatura, se realizaron diariamente y el amoníaco, nitritos, nitratos, fosfatos sólidos disueltos semanalmente, utilizando un fotómetro Hach.

La cantidad de alimento suministrado dependió de la etapa de crecimiento de los organismos y de la temperatura del agua del cultivo (Cuadro 1) proporcionándose en dos porciones diariamente. El tipo de alimento fue migaja triturada (primera etapa de crecimiento) y pellet extruido flotante para el resto de las etapas (Nelson, 2004; Shepherd y Bromage, 1992).

Cuadro 1. Plan de alimentación para la tilapia

Peso de la tilapia (g)	Tipo de alimento (% proteína – grasa)	Porcentaje de alimentación <sup>1</sup>	Porcentaje suministrado
0.1 - 50	50 - 12	8	100
50-100	35 - 3	4	100
102-256	30 - 3	3	35 - 70
256 - 288			
>288	25 - 2 %	1	100

<sup>1</sup> De acuerdo a la biomasa (peso total de los organismos)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La engordade la tilapia, en el sistema de recirculación en invernadero, se obtuvo hasta los ocho meses con pesos de 250 g, a diferencia del cultivo en zonas cálidas que se obtiene a los seis meses (Figura 2). Por ser una especie cuyo rango óptimo para engorda es de 24 a 32°C, a



temperaturas menores su metabolismo disminuye y consecuentemente la alimentación y crecimiento (Rakocy *et al.*, 2006). El desarrollo del cultivo en el módulo de acuicultura de INIFAP, se vio afectado por las temperaturas de invierno, las cuales llegaron a descender hasta los 18.7 °C, como se muestra en cuadro 2.

Cuadro 2. Peso de la tilapia y temperatura promedio

Mes de cultivo	Peso promedio (g)	Temperatura promedio °C
Agosto	1.0	27.4
Septiembre	9.5	27.6
Octubre	25.0	27.4
Noviembre	63.0	23.6
Diciembre	102.0	19.8
Enero	140.0	18.7
Febrero	182.0	21.4
Marzo	230.0	23.3
Abril	256.0	23.1

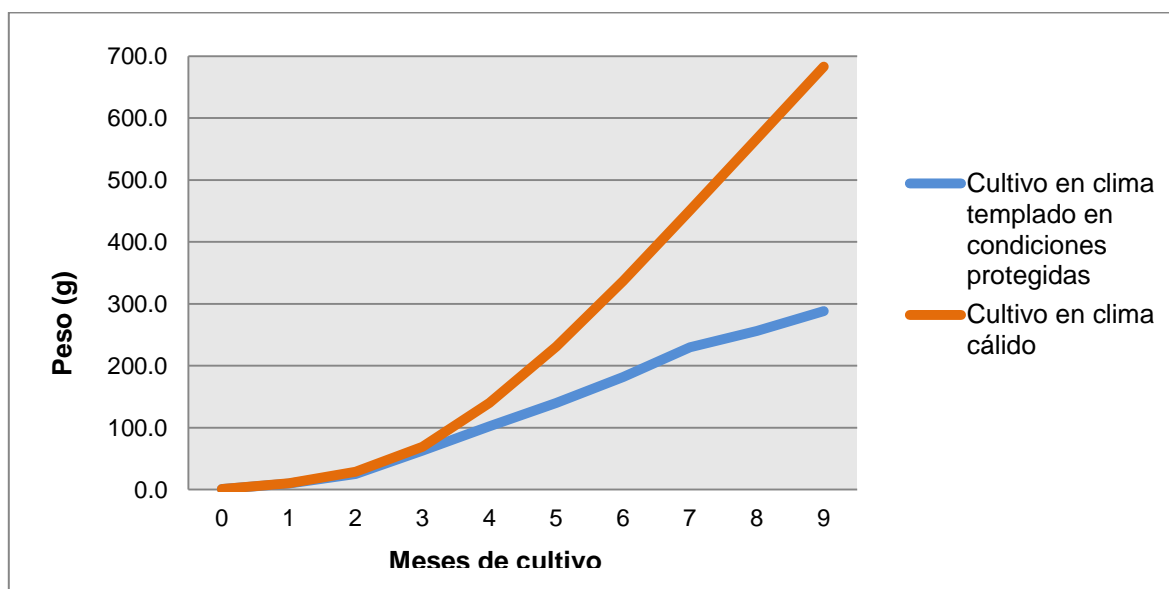


Figura 2. Desarrollo de la tilapia en diferentes ambientes climáticos

Los sistemas de recirculación acuícola representan una gran ventaja para los productores que no tienen suficiente agua para el desarrollo acuícola tradicional, ya que se puede reutilizar del 90% al 99% del agua después de ser tratada para eliminar los sólidos suspendidos y el amoníaco (Timmonset *al.*, 2002a). Sin embargo durante el periodo de cultivo en el módulo de INIFAP se registraron valores altos de amoníaco, (Cuadro 3) muy por encima de los límites

permitidos, teniendo que realizar recambios totales del agua para evitar mortandad de los organismos. El resto de los parámetros de calidad de agua se mantuvieron en los niveles aceptables.

Cuadro 3. Comportamiento de los parámetros de calidad de agua en el cultivo

Parámetros.	Rangos óptimos.	Módulo Recirculación INIFAP
Temperatura (°C)	Óptima: 24 → 32	24 → 27.5
	Mínima: 9	18.7
Oxígeno (ppm)	3 → 5	5 → 7
pH.	7 → 8	7.7 → 8.4
Amoniaco (NH <sub>3</sub> ) (ppm)	< 0.04	0 → 0.5
Nitrito (ppm)	< 0.8	0 → 0.5
Nitratos (ppm)		0 → 5.2
Fosfatos (ppm)		0.25
Total de sólidos disueltos (ppm)		354

El oxígeno disuelto es uno de los principales factores que limitan la capacidad de carga y de producción en los sistemas de cultivo intensivo así como en los SRA. (Timmons *et al.*, 2009). La aireación continua de los estanques aun a densidades de 20 kgm<sup>-3</sup> permitió tener valores adecuados de oxígeno disuelto para la tilapia, no fue un factor limitante en el desarrollo del cultivo. En producciones reportadas por (Timmons *et al.*, 2002b) se mantuvieron de 15 a 40 Kg m<sup>-3</sup> de agua.

### CONCLUSIONES

Los sistemas de recirculación tienen ventajas como el tratamiento de agua, monitoreo y control constante de las variables físico-químicas y sanitarias del agua, y densidades altas de cultivo, sin embargo los costos de inversión por la adquisición de equipo para el tratamiento de agua y los costos de operación relacionados a la energía eléctrica son altos.

En zonas templadas se debe considerar la siembra y cultivo de los organismos en los meses en los cuales las temperaturas del agua sean superiores a los 23°C para obtener la talla comercial en seis meses.

Cuando se manejan densidades altas de cultivo, se requiere realizar análisis de agua periódicos, principalmente al amoniaco, pues es un factor que afecta directamente el desarrollo del pez y sin su control puede ocasionar mortandad masiva de organismos.

En el caso de la alimentación, el cálculo correcto de la porción diaria y su distribución en todo el estanque del cultivo permite uniformidad en el crecimiento de los organismos, al ser consumido por toda la población de peces. También el desdoble y la clasificación de los organismos son necesarios en el manejo en general de una granja para obtener tallas uniformes en el tiempo planeado para la cosecha y venta.

### BIBLIOGRAFÍA

- Anderson D. R., Sweeney D. J., Williams T. A., 2009. Estadística para administración y economía. Ed. CENAGE Learning, 10ma. Edición. 317 p
- Mar T. C., López H. J. 2013. Manual para el cultivo de peces en Durango. Folleto para productores No. 25. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP-Durango.
- Nelson R. L. 2004. Tilapia. Fast growing, Hardy and tasty. *AquaponicsJournal*. Cuarto trimestre. Número 35:16-17.
- Rakocy J., M. P. Masserand T. M. Losordo.2006. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication No. 454. 16 p.
- Shepherd J.and Bromage N., 1992 *Intensive fish farming* ed.: Blackwell science ltd first published 1988 cap.5. Isbn: 0-632-03467-x
- Timmons M.B., Ebeling J.M. Piedrahita, R.H. 2002a, Acuicultura en sistemas de recirculación. Ed.: CayugaAquaVentures, Llc. Primera edición en español copyright de fundación chile. ISBN: 978-0-9712646-3-2
- Timmons, M.B.; Ebeling, J.M.; Piedrahita R.H. 2009: acuicultura en sistemas de recirculación, 2009. Cayuga Aqua Ventures, NRACE publication nº 101 spanish
- Timmons M.B., Ebeling J.M., Wheaton F. W, Summerfelt S.T. y Vinci B.J. 2002b.Sistemas de recirculación para la acuicultura. Editado por fundación chile. Santiago chile. Pp. 207-258; 278-279.
- Transviña A., E. A. (2007). Sistema de recirculacion modular para uso familiar/multi-familiar. Veracruz, Mexico
- Van Gorder S.D. 2000. Small scaleaquaculture. TheAlternativeAquacultureAssociation. Breinigsville, PA, USA.
- Vertebración, Diario de opinión, 2013. [http://news.vertebracion.com/index.php?option=comcontent&view=article&id=1796:2013-altas-posibilidades-de-sequia-catid=35:donsevero&Item\\_id=37](http://news.vertebracion.com/index.php?option=comcontent&view=article&id=1796:2013-altas-posibilidades-de-sequia-catid=35:donsevero&Item_id=37). Fecha de consulta: 10 de enero de 2014

## EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN PRODUCTORA DE DURAZNO EN ZACATECAS, MÉXICO

**Guillermo Medina-García<sup>1\*</sup>, José Ariel Ruiz-Corral<sup>2</sup>, Jorge A. Zegbe<sup>3</sup>, Jesús Soria Ruiz<sup>4</sup>, Víctor Rodríguez Moreno<sup>5</sup> y Gabriel Díaz Padilla<sup>6</sup>**

<sup>1,3</sup>INIFAP- Campo Experimental Zacatecas, Carretera Zacatecas-Fresnillo km 24.5, Calera, Zac., 98600, México. <sup>2</sup>INIFAP- Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Carretera libre Tepatitlán-Lagos de Moreno km 8, Tepatitlán, Jal., 47600, México. <sup>4</sup>INIFAP- Sitio Experimental Metepec, Carretera Toluca-Zitácuaro km. 4.5, Vialidad Adolfo López Mateos s/n, Zinacantepec, Estado de México, 51350, Méx., <sup>5</sup>INIFAP- Campo Experimental Pabellón, Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga, Ags., 20660, México. <sup>6</sup>INIFAP- Campo Experimental Cotaxtla, Carretera Veracruz-Córdoba km 34.5, Medellín de Bravo, Veracruz, México.

### INTRODUCCIÓN

Muchos cambios se han observado en el clima global durante el siglo pasado. El aumento en la concentración de dióxido de carbono ha sido el factor principal que ha causado el calentamiento en los últimos 50 años. Todos los modelos climáticos proyectan que las emisiones de gases que atrapan el calor, causadas por el hombre, provocarán un mayor calentamiento en el futuro. Con base en escenarios que no asumen las políticas climáticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se prevé que la temperatura media mundial aumente entre 2 y 11.5°C para finales de este siglo (UNEP, 2009).

Los frutales de clima templado requieren frío durante la temporada invernal para romper el letargo invernal y para producir rendimientos económicamente rentables. Diversos investigadores han pronosticado la disminución en la acumulación del frío invernal en varias regiones del mundo, utilizando modelos de circulación general u otras metodologías (Luedeling *et al.*, 2011; Medina-García *et al.*, 2011).

En México la superficie plantada con durazno bajo condiciones de temporal en 2012 fue de 29,388 ha. El estado con mayor superficie es Zacatecas que cultiva 12,025 ha (40.9%), de las cuales el 94.6% se cultiva en los municipios de Sombrerete, Calera, Jerez, Fresnillo y Enrique Estrada con durazno criollo.

Para contar con suficiente información y poder diseñar e implementar medidas de adaptación que eviten o minimicen los impactos negativos del cambio climático, es necesario estimar en escenarios climáticos futuros, la disponibilidad de recursos agroclimáticos, entre ellos la acumulación de frío, con el fin de lograr una adecuada planeación del desarrollo agrícola a corto, mediano y largo plazo en esta región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la región duraznera del estado de Zacatecas, México, la cual se encuentra entre los  $102^{\circ} 30' 00''$  y  $103^{\circ} 52' 12''$  de longitud oeste y  $22^{\circ} 30' 00''$  y  $24^{\circ} 00' 00''$  de latitud norte y comprende los municipios de Sombrerete, Calera, Jerez, Fresnillo y Enrique Estrada (Figura 1).

Se estimaron escenarios climáticos futuros para la región de estudio, para ello se utilizó la base de datos de anomalías mensuales de temperatura media obtenidas del modelo ensemble para el escenario de emisiones de gases de efecto invernadero A2 (IPCC, 2007) elaborado por Magaña y Caetano (2007).

Se tomó como climatología actual de referencia la del Sistema de Información Ambiental (SIA) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) del período 1961-2003 (Ruiz *et al.*, 2003). A ésta información se le sumó algebraicamente las anomalías futuras estimadas por Magaña y Caetano (2007), y así calcular los valores de temperatura media mensual para los años 2011 a 2060, a partir de las cuales se obtuvieron las temperaturas medias mensuales para los cinco escenarios futuros: 1) 2011-2020; 2) 2021-2030; 3) 2031-2040; 4) 2041-2050; y 5) 2051-2060. Para cada uno de los escenarios se estimaron las temperaturas mínimas de los meses de noviembre a febrero mediante modelos de regresión del SIA, a partir de la temperatura media y la oscilación térmica.

Se estimaron a partir de datos diarios de temperatura máxima y mínima del período 1961-2003 horas frío (HF), se cuantificaron las HF entre 0 y  $7^{\circ}\text{C}$  en los meses de noviembre a febrero. Con los promedios mensuales de HF y la temperatura mínima se estimaron las imágenes de HF en los escenarios climáticos futuros para el estado de Zacatecas.



Figura 1. Ubicación de los municipios productores de durazno de temporal del estado de Zacatecas, México.

Se generaron mapas promedio mensuales de HF en los cinco municipios que comprenden la región duraznera. Se clasificaron los mapas de HF en rangos 50 unidades y se obtuvo el número de hectáreas de cada rango en las áreas agrícolas de la región duraznera en los diferentes escenarios. Finalmente, con base en el análisis de la información, se proponen algunas medidas de adaptación a los escenarios climáticos estudiados en la zona duraznera de Zacatecas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

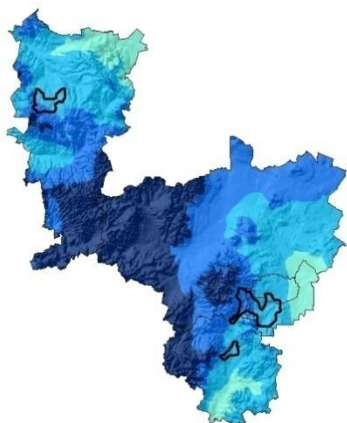
Se obtuvieron mapas de HF acumuladas para el periodo de noviembre a febrero (Figura 2). En la figura se observa que conforme se avanza hacia el futuro, disminuye el área de los intervalos con mayor cantidad de frío, como son los rangos entre 700 y 750 ó más de 750 HF. En contraste, el área de los intervalos con menor cantidad de HF, como son los rangos entre 450 y 600, aumenta. Esto último claramente pronostica que la cantidad de frío acumulado durante el periodo invernal disminuirá (Medina-García *et al.*, 2011).

Se estimaron los promedios mensuales de HF específicamente en las zonas durazneras, los resultados sugieren que, de la climatología actual (1961-2003) al escenario cinco (2051-2060), la acumulación de HF disminuirá de 688.2 HF a 558.4 HF, respectivamente; i.e., que habrá un diferencial de HF  $\approx$  130 entre ambos periodos (Cuadro 1).

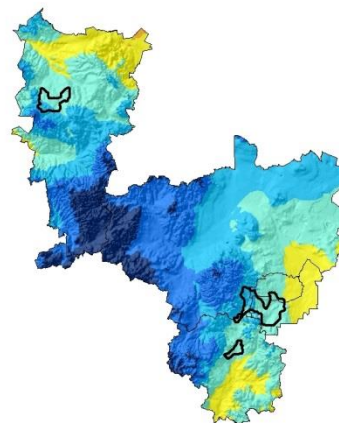
En la región duraznera de Zacatecas, la mayor parte de la superficie plantada es con durazno criollo de mediano requerimiento de frío (400-650 HF) (Pérez, 1995). De acuerdo con los resultados del Cuadro 1, en el periodo 1961-2003, en promedio, se acumuló frío suficiente para durazno. En los escenarios futuros, el frío promedio acumulado en el periodo invernal, disminuirá hasta el punto en que durante el periodo 2041-2050 las HF acumuladas promedio descenderán por debajo de 600 HF.

No obstante que la cantidad de frío acumulada en el periodo invernal disminuirá conforme se avanza hacia el futuro, a mediano plazo las HF serán mayores de 600, por lo que se considera que no habrá dificultad en la acumulación de frío para este frutal en las zonas donde actualmente se cultiva en el estado de Zacatecas. En el mismo Cuadro 1, los resultados sugieren que los cuatro meses tendrán una disminución similar en la cantidad acumulada de frío, la cual será aproximadamente de 30 HF para el escenario 2051-2060.

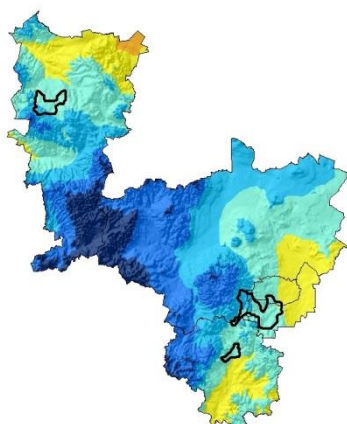
1961 – 2003 (A)



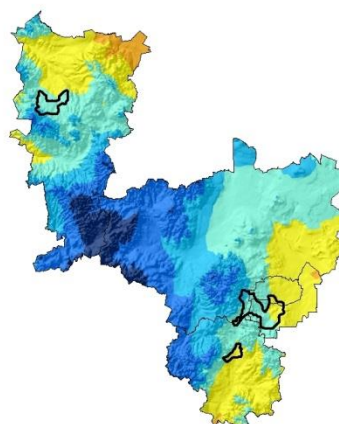
2011 – 2020 (B)



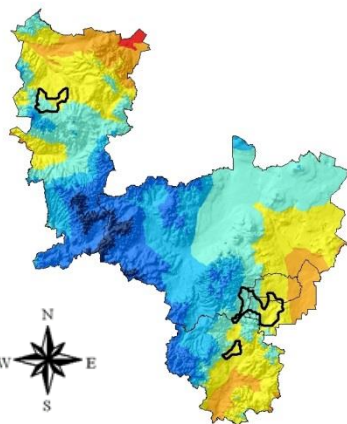
2021 – 2030 (C)



2031 – 2040 (D)



2041 – 2050 (E)



2051 – 2060 (F)

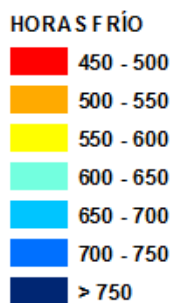
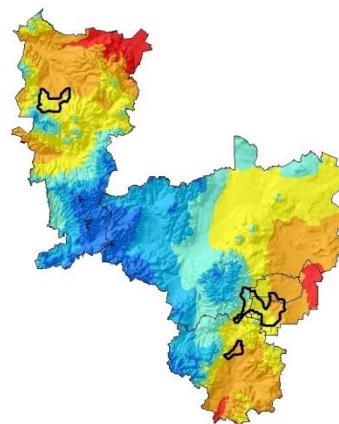


Figura 2. Horas frío acumuladas para el periodo de noviembre a febrero para la climatología actual (A) y para cinco escenarios futuros (B, C, D, E y F) en la región duraznera del estado de Zacatecas.

Cuadro 1. Horas frío promedio mensuales en las zonas durazneras del estado de Zacatecas, México.

Mes	1961-2003	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060
Enero	202.5	189.7	189.5	184.6	182.2	174.9
Febrero	164.3	149.3	147.2	142.1	134.2	127.2
Noviembre	136.9	118.7	119.2	114.7	111.8	103.2
Diciembre	184.5	173.3	171.7	169.3	162.1	153.2
Suma	688.2	631.0	627.6	610.8	590.2	558.4

De acuerdo a estos resultados, el cultivo de durazno criollo de temporal en las regiones donde actualmente es cultivado en el estado de Zacatecas, aparentemente a corto plazo no tendrá problema en satisfacer los requerimientos de frío invernal, ya que como este frutal requiere entre 400 a 650 HF y esas cantidades se mantendrán en el futuro, se espera que para entonces haya aproximadamente 20 mil hectáreas susceptibles de ser cultivadas. A pesar de esto, es conveniente a mediano plazo la introducción de variedades con menor requerimiento de frío que las actuales, como podrían ser 'Victoria Temprano', 'Fred' y 'Michele' o de más bajo requerimiento de frío como podrían ser las variedades 'Regio' o 'Sol' (Fernández *et al.*, 2011).

También se pueden identificar áreas agrícolas con mayor acumulación de frío y que reúnan otras condiciones para el establecimiento del cultivo, como el riego o bien un buen temporal, pensando en la posibilidad de cambiar las huertas a esos lugares.

### CONCLUSIONES

En las zonas durazneras del estado de Zacatecas, el promedio de las HF acumuladas en el periodo invernal disminuirá sostenidamente hacia escenarios futuros de 688.2 a 558.4 del escenario climatológico actual al escenario 2051-2060, respectivamente.

La superficie de las zonas durazneras con más de 650 HF disminuirá en el escenario 2051-2060; mientras que la superficie entre 550 y 650 HF aumentará. Esta última superficie es donde eventualmente se podría cultivar el durazno criollo de Zacatecas, siempre y cuando sus requerimientos de frío invernal del frutal sean entre 400 y 650 HF.



Dado que la cantidad de frío invernal está disminuyendo y continuará con esta tendencia en el futuro, será conveniente a mediano plazo la introducción y evaluación de variedades con menor requerimiento de HF. De igual manera se podría explorar áreas con mayor acumulación de frío y con facilidades y aptitud para el establecimiento de nuevas huertas.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Fernández, M. M. R.; Pérez, G. S.; Parra, Q. R. A.; Mondragón, J. C.; Roa, D. R.; Zacatenco, G. Ma. G.; Chávez, J. A. L. y Rumayor, R. A. F. 2011. Variedades mejoradas y selecciones de durazno del INIFAP. INIFAP-CIRC. Folletotécnico Núm. 15. 32 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Climate Change 2007: mitigation of climate change. Contribution of working group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Metz, B.; Davidson, O.; Bosch, P.; Dave, R. and Meyer, L. (Eds.). Cambridge University Press, U. K. and USA. 851 p.
- Luedeling, E.; Girvetz, E.H.; Semenov, M.A. and Brown, P.H. 2011. Climate Change Affects Winter Chill for Temperate Fruit and Nut Trees. PLoS ONE 6(5):20155-1371.
- Magaña, V. y Caetano, E. 2007. Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por Estado y por Sector. Informe Final Proyecto de Investigación. Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM-Instituto Nacional de Ecología (INE). Documento no publicado. México, D.F. 41 p.
- Medina-García, G.; Ruiz-Corral, J. A.; Ramírez-Legarreta, M. R. y Díaz-Padilla, G. 2011. Efecto del cambio climático en la acumulación de frío en la región manzanera de Chihuahua. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 2:195-207.
- Pérez, G. S. 1995. Producción de durazno, ciruelo y chabacano. *In: Memorias de la Primera Reunión Nacional e Internacional.* Querétaro y Zacatecas, México, D. F., 45-59 p.
- Ruiz, C. J. A.; González, A. I. J.; Regalado, R. J. R.; Anguiano C. J.; Vizcaíno V. I. y González, E. D. R. 2003. Recursos edafoclimáticos para la planeación del sector productivo en el Estado de Jalisco. Libro técnico Núm. 2. INIFAP-CIRPAC. Ed. Conexión Gráfica. 172 p.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2009. Climate change. Science compendium. (Eds.) McMullen, P. and J. Jabbour, C. 68 p.

## CONTENIDO DE CARBONO EN HUERTOS DE GUAYABO EN CALVILLO AGUASCALIENTES

**Meraz Jiménez Antonio de Jesús<sup>1</sup>, Torres González Jorge Alejandro<sup>1</sup>, Martínez de Lara Jorge<sup>2</sup>, Hernández Marmolejo Uvaldo<sup>1</sup>, Rojas García Fabiola<sup>3</sup>, Luna Ruiz José De Jesús<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Aguascalientes, <sup>2</sup>Sistema Producto Guayaba, <sup>3</sup>Programa mexicano del carbono. [ajmeraz@correo.uaa.mx](mailto:ajmeraz@correo.uaa.mx)

### INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, México ocupa el séptimo lugar en producción de guayaba con 1'760,588 t después de India, China y Kenya. Aunque la FAOSTAT (2012) reporta la producción de guayaba junto con el mango y el mangostán. En México, la superficie plantada de guayaba es de 21,235.38 ha, de la cual el 89% corresponde a los estados de Michoacán, Zacatecas y Aguascalientes; este último representa el 30% de dicha superficie, con una producción de 95,770 t ha<sup>-1</sup> un rendimiento de 15 tha<sup>-1</sup>, (SAGARPA-SIAP, 2012). Una forma de mitigar los efectos con que el CO<sub>2</sub> atmosférico participa en el cambio climático, es a través de la captura de carbono mediante la fotosíntesis y mantenerlo el mayor tiempo posible secuestrado, ya sea en el suelo o en forma de biomasa. Mediante la fotosíntesis, la vegetación asimila CO<sub>2</sub> atmosférico, forma carbohidratos y aumenta su volumen (Espinoza-Domínguez *et al.*, 2011). Dada la importancia de la superficie ocupada por los huertos de guayabo en el municipio, se planteó este estudio cuyo objetivo fue estimar el almacenamiento de carbono orgánico en huertos de guayabo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Área de estudio

El municipio de Calvillo se localiza entre las coordenadas 21°41' 59.17" y 22°07' 59.69" latitud norte (N) y 102°29' 57.72" a 102°54' 1.05" longitud oeste (O), al poniente del estado de Aguascalientes (figura 1).

Se visitaron 31 huertas en el municipio. Las Variables a medir fueron: el contenido de carbono y la materia orgánica, por el método de Walkey y Black, la determinación de la densidad aparente (Da), conforme a la NOM-021-RECNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

Para determinar el carbono orgánico total en suelo (Cos). Se utilizó la ecuación

$$\text{Cos} = (\text{CO})(\text{Da})(\text{Pr})$$

Cos= carbono orgánico total en suelo por superficie ( $\text{t ha}^{-1}$ )

CO= carbono orgánico (%)

Da= densidad aparente ( $\text{g m}^{-3}$ )

Pr= Profundidad del suelo (cm)

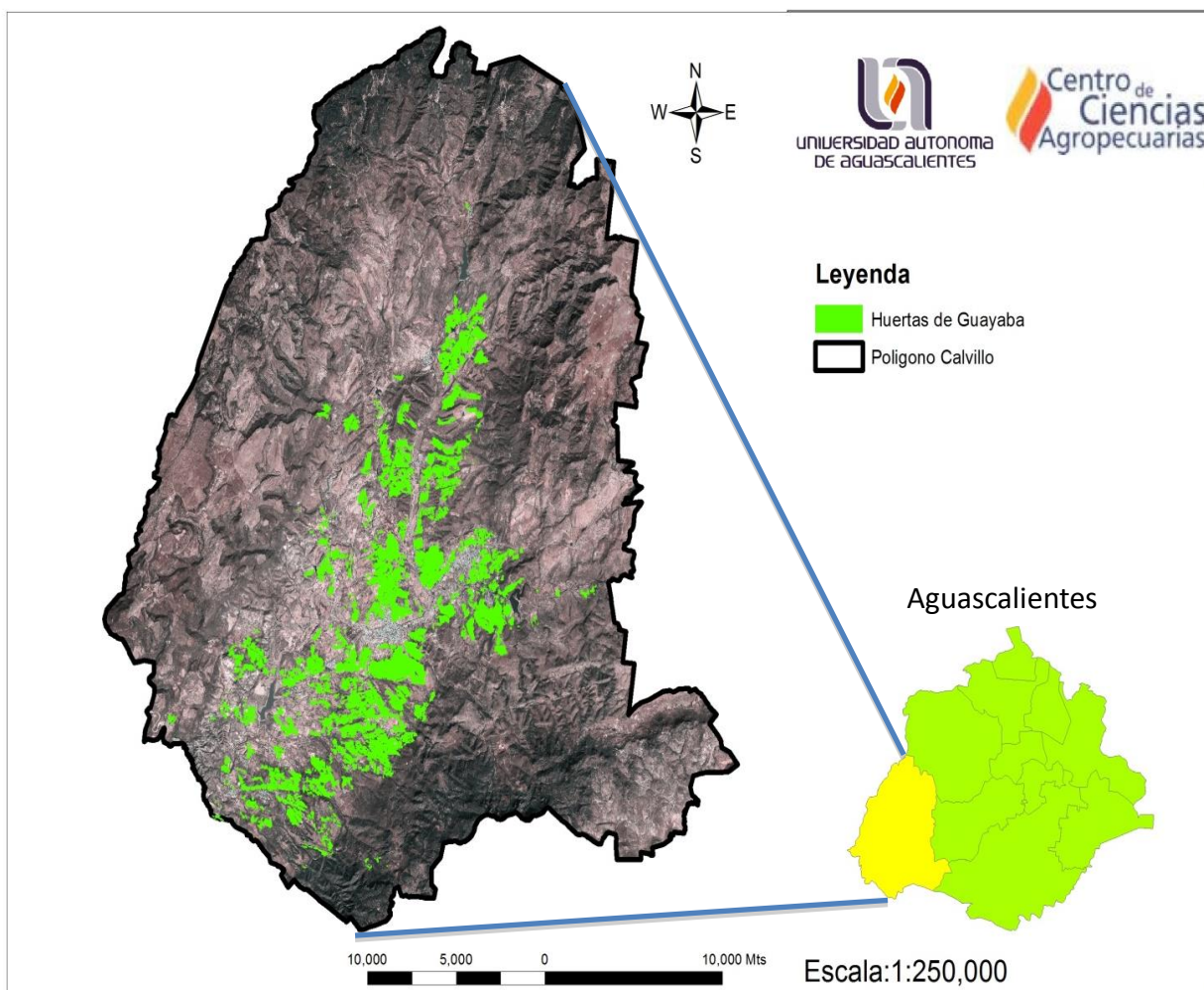


Figura 1. Localización del área de estudio en el Municipio de Calvillo, Aguascalientes

## RESULTADO Y DISCUSIÓN

En este estudio, las huertas de guayabo tuvieron un promedio de  $92 \text{ t ha}^{-1}$  de carbono orgánico en el suelo (Cos) (máximo=  $174.72$ ; mínimo=  $33 \text{ t ha}^{-1} \text{C}$ ). En un estudio, se analizaron suelos sembrados con maíz y avena forrajera, con un promedio de  $32.9$  y  $42.6 \text{ t ha}^{-1}$  de C, respectivamente. Aunque los resultados son para suelos sembrados con gramíneas y su

manejo es diferente, lo que significa que son suelos trabajados en cada ciclo (preparación del terreno y surcado) (Vela *et al.*, 2012), que en comparación con los suelos del guayabo, donde las prácticas de manejo incluyen aplicar estiércol y hojas de la poda dentro del cajete, los convierten en suelos menos perturbados. Al realizar la comparación entre ambos tipos de suelo, no es recomendable cambiar los árboles para poner alguna gramínea ya que perdería su valor como almacén de carbono.

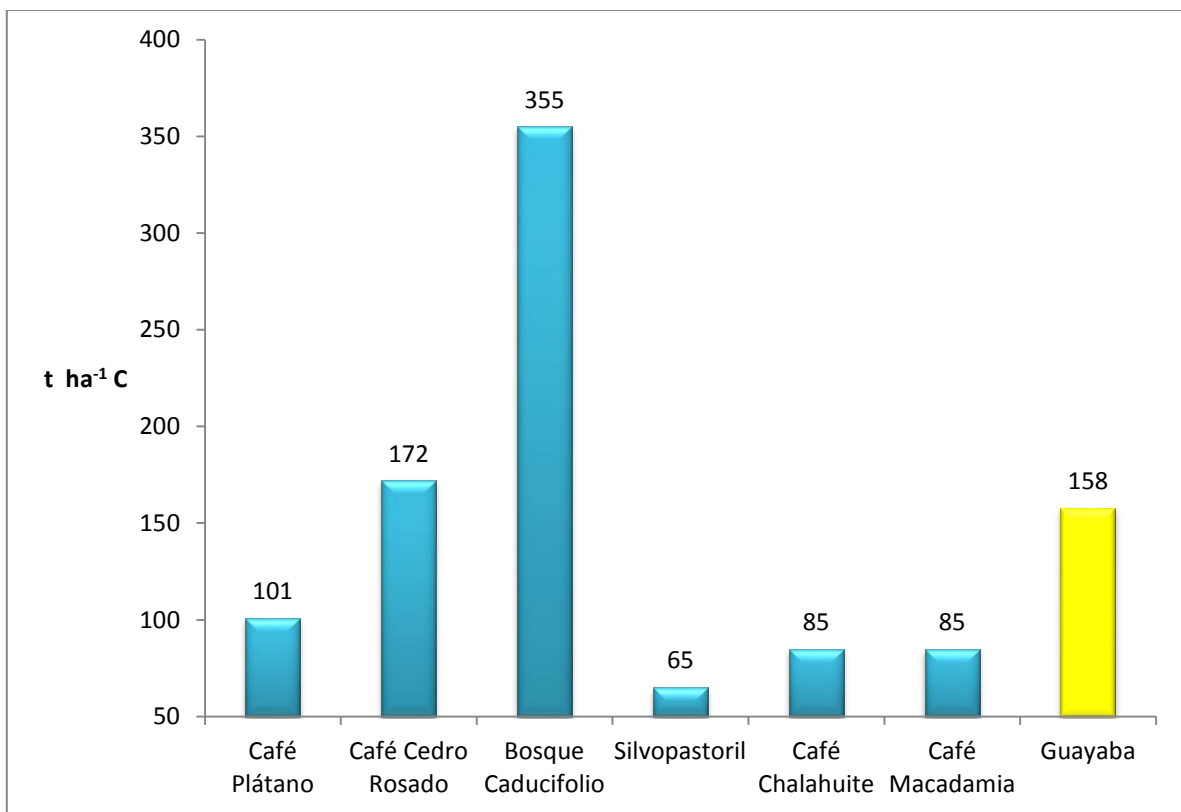
Al comparar, los  $92 \text{ t ha}^{-1} \text{ C}$  obtenidos en suelos de las huertas de guayabo con los encontrados en suelos forestales de *Abies religiosa*  $145.6$ ,  $121$  en *Quercus*;  $119.4$  en bosque de pino,  $111$  en matorral y  $90 \text{ t ha}^{-1}$  en pastizal, Vela *et al.* (2012).

Por otro lado González *et al.* (2008), realizaron un estudio en suelos de ladera en la sierra norte de Oaxaca, en tres microcuencas; una en la región mazateca con vegetación forestal secundaria de liquidámbar (*Liquidambar* sp), yaile (*Alnus* sp) que presenta una acumulación de  $96.5 \text{ t ha}^{-1}$ ; Región Mixe con acahual, *Liquidambar* sp, *Alnus* sp, *Quercus* sp, *Rapanea* sp y *Clethra* sp., con  $139 \text{ t ha}^{-1}$ ; y la región Cuicateca agrícola permanente, café (*Coffea arabica* L.) con  $50.6 \text{ t ha}^{-1}$ .

En una investigación realizada por Alvarado *et al.* (2013), en diferentes sistemas agroforestales en huertos cafeteros de Colombia, por ejemplo; en café monocultivo observaron un  $53.3$ , café con plátano  $52.8$  y café con nogal cafetero (*Cordia alliodora*)  $49.9 \text{ t ha}^{-1} \text{ C}$ . En base a estos resultados de la investigación, se muestra una menor acumulación de  $\text{C}$  en los cafetales, en comparación con las huertas de guayabo de alrededor de un 50%, se puede inferir que la diferencia se debe al origen del suelo y el manejo del cultivo.

Por su parte Espinoza *et al.* (2012) realizaron un trabajo en el cultivo del café, para estimar el almacén de carbono en diferentes suelos de sistemas agroforestales, estudiaron el sistema silvopastoril, café-Chalahuite, café-macadamia, café-cedro rosado, café-plátano, en un potrero y bosque caducifolio, teniendo un  $\text{C}$  de ( $62 \text{ t ha}^{-1}$  de  $\text{C}$ ,  $54$ ,  $50$ ,  $58$ ,  $73$ ,  $50$  y  $86 \text{ t ha}^{-1}$  de  $\text{C}$  respectivamente) este último valor es el más cercano al obtenido en el estudio de suelos en guayabo, lo cual no indica que la zona guayabera de Calvillo es muy importante para el estado de Aguascalientes, por contribuir en la captura de carbono.

Para tener un balance general del almacenamiento de carbono en las huertas, se sumaron los valores del Cos ( $92 \text{ t ha}^{-1}$ ) y los resultados obtenidos por Merazet *al.* (2013), del carbono aéreo de los árboles ( $67 \text{ t ha}^{-1}$ ), dando un total de  $158 \text{ t ha}^{-1}$  del potencial de captura de C total por hectárea, independiente de factores de genética, crecimiento, edad y manejo entre otros. Espinoza-Domínguez *et al.* (2012) trabajaron con sistemas agroforestales, comparando los datos con las huertas de guayaba, puede ser comparable con los de café- cedro rosado, los resultados se muestran en la Figura 2. Los datos arrojan resultados comparables a otros sistemas agroforestales, como es el caso del café- cedro rosado.



**Figura 2. Carbono total en los diferentes sistemas agroforestales.**

### CONCLUSIONES

Con este trabajo se puede constatar la alta capacidad de las huertas para almacenar carbono, tanto en el suelo como en los árboles mismos y dado el potencial de vida que tienen éstos, resulta relevante su posible contribución en la mitigación de los gases de efecto invernadero. Por lo cual es prioritario establecer programas de apoyo para el manejo y conservación de las huertas y valorar de esta manera su importancia ecológica, social, cultural y productiva.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado J., Andrade H. J. y Segura M. 2013. Almacenamiento de carbono orgánico en suelos en sistemas de producción de café (*Coffea arabica* L.) en el municipio del Líbano, Tolima, Colombia. Colombia forestal vol 16 (1) ISSN 0120-0739
- Anuario estadístico de la FAO Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (11 de enero del 2014).
- Espinoza-Domínguez W., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón, A. Torres-Rivera, A. 2012. Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. ISSN 2007-3828
- González-Molina, L. Etchevers-Barra, J. D.; Hidalgo-Moreno, C. 2008. Carbono en suelos de ladera: factores que deben considerarse para determinar su cambio en el tiempo. Agrociencia. ISSN 1405-3195.
- Meraz J., Galarza J. Rojas. F., Torres J., Romo J., Luna J. y Ponce A. 2013. Estimación de almacenamiento de carbono en suelo y biomasa en árboles de guayabo aplicando ecuaciones alométricas en el Municipio de Calvillo, Aguascalientes. IV Simposio Internacional del Carbono en México.
- Vela Correa, G. López Blanco, J., Rodríguez Gamiño, M. de L. (2012). Niveles de carbono orgánico total en el suelo de conservación del Distrito Federal, centro de México. Investigaciones Geográficas (Mx). ISSN 0188-4611
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios muestreo y análisis.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL NOPAL FERMENTADO CON *Saccharomyces cerevisiae*

Manuel Murillo Ortiz<sup>1</sup>, Esperanza Herrera Torres<sup>1</sup>, Leslie Berúmen Hernández<sup>2</sup>, Guadalupe Villarreal Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Km 11.5 Carretera Durango-Mezquital. Durango, Dgo. [México.muom8@yahoo.com.mx](mailto:México.muom8@yahoo.com.mx) <sup>2</sup>Alumna Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales. UJED. Durango, Dgo. México.

### INTRODUCCIÓN

El nopal es una planta que pertenece al paisaje mexicano y se produce en 27 estados de la República mexicana. El 95 % de la producción total del país se concentra en el Distrito Federal, Estado de México, Morelos, San Luis Potosí, Jalisco, Aguascalientes, Hidalgo y Puebla (Pérez y Bautista, 2008). El nopal forrajero toma importancia a partir de la necesidad de alimentar al ganado en la época de sequía en las zonas áridas y semiáridas del norte de México, lo cual constituye una excelente fuente de alimento. Sin embargo, el nopal forrajero tiene un bajo contenido de proteína (4%) (Díaz, 2012).

Actualmente, se ha hecho uso de la fermentación en estado sólido para incrementar la proteína del nopal a partir de los carbohidratos presentes en el sustrato (Peláez *et al.*, 2011). Para este proceso se han utilizado principalmente bacterias lácticas (Gutiérrez *et al.*, 2009), y levaduras de las especies de *S. cerevisiae* y algunas de *Kluyveromyces* (Van Markiset *al.*, 2006). Sin embargo existe poca información de la composición química del nopal fermentado con *S. cerevisiae*. Por lo tanto el objetivo de este estudio fue evaluar la composición química y la digestibilidad del nopal fermentado a las 48 h con *S. cerevisiae* y diferentes nutrientes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, México. El nopal forrajero se colectó en el Rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 23 de la carretera Durango-Mezquital. Ambos sitios ubicados a 24°28'N, 104°40'W, a 1890 msnm y con una temperatura media anual de 17.5°C y una precipitación media de 450 mm INEGI(2004).

#### Proceso de fermentación

El nopal (250 g) fue cortado en cubos de 1 cm y se colocó en matraces Erlenmeyer de 500 ml con los siguientes tratamientos: (T1) nopal, (T2) nopal + 2.5 g de *S. cerevisiae*, (T3) nopal + 2.5

g de *S. cerevisiae* + 2.5 g de Minerales y (T4) nopal +2.5 g de *S. cerevisiae* + 2.5 g de minerales + 2.5 g de urea. Los matraces fueron incubados a 32 °C durante 48 h.

Después de las 48 h, las muestras de nopal fermentado fueron secadas a 55°C por 24 h en una estufa de aire forzado para luego ser molidas a un tamaño de malla de 1 mm para su posterior análisis químico.

### Análisis químicos

Los contenidos de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) fueron determinados de acuerdo a las recomendaciones de la AOAC (1994). El porcentaje de fibra detergente neutro (FDN) fue obtenidos mediante el método propuesto por Van Soestet *al.* (1991). La digestibilidad de la MS (DMS) fue realizada de acuerdo a los procedimientos establecidos por ANKOM (2008).

### Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con un diseño completamente al azar de acuerdo al procedimiento GLM del SAS (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de MS, PC, FDN fueron diferentes entre los tratamientos ( $p < 0.05$ , Tabla 1). El contenido de MS fue afectado por la adición de la levadura y los nutrientes, este comportamiento puede estar asociado con el contenido de azúcares del nopal, pues una alta concentración de azúcares (22 %) y urea (5 %), puede provocar una deficiencia respiratoria en las levaduras y por consecuencia una depresión del crecimiento microbiano (Brock, 1993).

Tabla 1. Composición química y digestibilidad del nopal fermentado a las 48 h

	T1	T2	T3	T4	EEM
Materia seca, %	17.24 <sup>a</sup>	10.19 <sup>d</sup>	12.13 <sup>c</sup>	16.79 <sup>b</sup>	0.057
Proteína cruda, %	7.23 <sup>d</sup>	14.08 <sup>b</sup>	13.55 <sup>c</sup>	36.70 <sup>a</sup>	1.06
FDN, %	27.51 <sup>c</sup>	32.03 <sup>b</sup>	37.64 <sup>a</sup>	15.35 <sup>d</sup>	1.36
DMS, %	90.39 <sup>c</sup>	91.19 <sup>b</sup>	95.30 <sup>a</sup>	88.70 <sup>d</sup>	1.18

<sup>abcd</sup>Medias con diferente literal no son iguales ( $p < 0.05$ ). FDN= fibra detergente neutro, DMS= digestibilidad de la materia seca, EEM= error estándar entre las medias

La concentración de PC se incrementó 80 % en el nopal fermentado con *S. cerevisiae* y urea (T4) en relación con el nopal solo (T1). Por su parte, Araujo *et al.*, (2005) registraron concentraciones menores de PC en nopal fermentado con 5 % de *S. cerevisiae* (14.88 %). El contenido de FDN disminuyó 44 % en el T4 comparado con T1. No existen trabajos que



reporten el contenido de esta fracción en nopal fermentado. Sin embargo, de acuerdo con Van Soest (1982), los forrajes con un contenido menor a 40% de FDN pueden considerarse de buena calidad, mientras que aquellos que sobrepasan el 60%, pudieran interferir con la digestión y el consumo. Por consiguiente, los niveles de FDN obtenidos en este estudio indican valores nutritivos adecuados que pueden favorecer el desempeño productivo del animal. La DMS representa la disponibilidad de los nutrientes de un alimento. En este estudio se registró en los cuatro tratamientos digestibilidades elevadas debido al bajo contenido de FDN registrado en el nopal fermentado (Van Soest, 1982) y también a las propiedades intrínsecas de la pared celular, lo cual define su empleo en la alimentación animal Buxton y Mertens (1985).

### CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que la adición de *S. cerevisiae* y algunos nutrientes incrementa el contenido de proteína cruda y disminuye la concentración de fibra detergente neutro, así como también el proceso de fermentación incrementa la digestibilidad de la materia seca del nopal.

### BIBLIOGRAFIA

- ANKOM Technology. 2008. Procedures for fiber and *in vitro* analysis.
- AOAC .1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32
- Araujo, L.F., Nunes, M.A., Perazzo, N.A., Conrado, O.L.S., Da Silva, F.L.H. 2005. Protein Enrichment of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) using *Saccharomyces cerevisiae* in solid state fermentation. Brazilian Archives of Biology and Technology. 161:168
- Brock, T. 1993. Biología de los microorganismos. Michael Madigan. Info. Agro. <http://www.Filecrop.com/microbiología-de-brock-pdf>. Accesado 10 abril 2013
- Buxton, D.R., Mertens, D.R. 1995. Quality-related characteristics of forages. Volume II. The Science of Grassland Agriculture. Barnes, R.F., Miller, D.A., Nelson, C.J. (Eds). Iowa State University Press. Ames, Iowa. USA. 83-96 pp
- Díaz, P.D., Rodríguez, M.C., Mancillas, F.P., Ruíz, O.N., Mena, M.S., Salvador, T.F., Duran, L.M. 2012. Fermentación *in vitro* de nopal forrajero con un inóculo de levadura *Kluyveromyces lactis* obtenida a partir de manzana de deshecho. REDVET. 13:1: pp 1-7
- Gutierrez, O.E., Elíaz, A., Santos, H.A., Facundo, A., Morales, T.H., Bernal, B.H. 2009. Uso del nopal nativo y cultivado en la alimentación de rumiantes. VII Simposium – taller “producción y aprovechamiento del nopal en el noroeste de México”. Revista salud pública y nutrición. 2:15-19
- INEGI .2004. Cuaderno Estadístico Municipal, Durango. Estado de Durango. México
- SAS .2009. SAS User’s Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Van Markis, A.J.A., Abbott, D.A., Bellissimi, E. 2006. Alcoholic fermentation of carbon sources in biomass hydrolysates by *Saccharomyces cerevisiae*: Current Status. Antonie van Leeuwenhoek 90:391-418
- Van Soest .1982. Animal ecology of the ruminant USA: O. and B. Brooks Inc.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy. Sci. 74:35-83

---

---

## SISTEMA DE INFORMACIÓN Y SOPORTE PARA LA TOMA DE DECISIONES DE LA RECONVERSIÓN PRODUCTIVA EN EL SUR-SURESTE DE MÉXICO.

Ramírez Jaramillo Genovevo<sup>1</sup>, Góngora González Sergio Fernando<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Investigador del Centro de Investigación Regional Sureste del INIFAP Calle 6 No. 398 X 13, Av. Correa Rachó, Col. Díaz Ordaz. C.P. 97130 Mérida, Yuc., Tel. (999) 1 96 11 83 Ext. 103 y 105.

<sup>2</sup> Investigador del Campo Experimental Mocochoá. CIRSE-INIFAP  
[ramirez.genovevo@inifap.gob.mx](mailto:ramirez.genovevo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

El Sistema de Información y Soporte para la Toma de Decisiones para la Reconversión Productiva (SISTDR) consiste en aprovechar la disponibilidad de herramientas modernas de información, procesar bases de datos grandes y complejas, y producir información que pueda ser fácilmente interpretada por agentes del sector agropecuario y la sociedad en general, de tal forma que contribuya en el proceso de planificación y toma de decisiones.

El SISTDR se basa en el principio general de que para mejorar la planificación y toma de decisiones es necesario considerar tres grandes tipos de información: (1) la información generada en el pasado, (2) la información de la situación actual, y (3) las perspectivas más probables del futuro (<http://www.redcientifica>). Para ello el SISTDR combina una serie de herramientas modernas de acceso y manejo de información que se hacen interactuar para generar información fácilmente entendible y por lo tanto utilizable como son los Sistemas de Información Geográfica y estadísticas de especies vegetales y animales a través de la programación.

En un país con grandes desigualdades y contrastes, si no se enfoca la reconversión productiva se corre el riesgo de la presencia de problemas sociales, económicos y ambientales al incrementarse los índices de marginación, por lo anterior es fundamental que la planificación de la misma y la toma de decisiones tome en cuenta el grado de marginación de la población (Ramírez *et al*, 2009).

### METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el Campo Experimental Mocochoá, pero comprende los nueve estados y los 1,340 municipios que conforman la región Sur-Sureste de México. El software se programó en Visual Basic e incluye el potencial productivo determinado con bases de datos agroclimáticas y edáficas y los requerimientos agroecológicos de las especies vegetales (FAO, Ecocrop 2010), las índices de marginación a nivel de municipio y estadísticas agrícolas de las especies con potencial (SIAP, 2011). Es un lenguaje de programación de alto nivel, que permite desarrollar

aplicaciones en Windows; este lenguaje utiliza el código BASIC para las instrucciones y sentencias de la aplicación. Es un lenguaje basado en objetos, ya que tiene una interfaz gráfica donde se colocan los controles y luego se programan los eventos de cada objeto en código BASIC y se ejecuta la aplicación. Contiene todos los controles que se ven en el entorno Windows y éstos se colocan sobre un elemento llamado Formulario, el cual será la ventana de la aplicación.

Con Visual Basic 6.0 es muy sencillo crear aplicaciones y es el lenguaje predilecto de los que recién principian en el campo de la programación. Los programas creados con Visual Basic 6.0 se podrán ejecutar en cualquier equipo, aunque no tengan instalado el lenguaje; sólo basta con que esté presente en el directorio C:\Windows\System el archivo msvbvm60.dll (se puede copiar y pegar en dicho directorio) para que las aplicaciones funcionen. Sin embargo, pueden ser necesarios otros archivos, generalmente con extensión \*.ocx y \*.dll con información sobre los controles y librerías de objetos utilizados por el programa.

Toda aplicación que se esté creando en Visual Basic 6.0 se denomina *Proyecto* y contiene básicamente dos archivos, uno con extensión \*.vbp y otro con extensión \*.frm. El archivo \*.vbp contiene toda la información acerca del proyecto en código ASCII, o sea, editable por el block de notas; entre los datos que contiene, están los archivos que lo componen (\*.frm, \*.bas, \*.cls, etc) y los archivos que utiliza, como los ya mencionados con extensión \*.ocx o \*.dll. Para crear el ejecutable, en el menú Archivo, Generar... exe, se desplegará un cuadro de diálogo donde se elegirá el lugar donde colocar el ejecutable, una vez hecho esto, se compilará el proyecto y se creará el ejecutable ( <http://www.monografias>)

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El software SISTDR permite consultas a las bases de datos en los niveles de municipio y estado de la región Sur-Sureste de México con criterios selectivos por el usuario de las diferentes combinaciones entre 17 de las especies vegetales y los diferentes municipios de toda la región, de forma que la selección de los registros de acuerdo a los criterios establecidos se realice en forma automática utilizando comandos SQL a la base de datos.

La presentación de los resultados se realiza con dos opciones, una a través de utilizar la herramienta CrystalReport que permite una visualización previa en pantalla y opcionalmente una versión impresa; y otra desplegando los datos directamente en una hoja de cálculo (Excel) para facilitar el manejo de los datos resultantes en alguna aplicación particular del usuario.

Los principales aspectos a considerar son los índices de marginación de los municipios, posteriormente las superficies sembradas y los rendimientos de 17 cultivos que se proponen

para la reconversión productiva de la región Sur-Sureste de México y finalmente las superficies de alto potencial de los cultivos propuestos.

El potencial productivo puede definirse como la identificación de áreas o zonas donde se localizan las condiciones agroecológicas apropiadas para su cultivo y en este caso se realizó para 17 especies (Cuadro 1 y Figura 1), con mayor probabilidad de éxito y rentabilidad, las diferentes actividades agropecuarias y forestales, aplicando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), así como herramientas de planeación integral.

Cuadro 1. Nombre común y científico de los cultivos considerados en la delimitación del Potencial productivo para el Sur-Sureste.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Cacao	<i>Theobroma cacao L.</i>	Mango	<i>Mangifera indica</i>
Café	<i>Coffea arabica L.</i>	Palma Aceitera	<i>Elaeis guineensis Jacq.</i>
Chicozapote	<i>Manilkara zapota L.</i>	Pimienta	<i>Pimenta dioica L.</i>
Cocotero	<i>Cocos nucifera L.</i>	Piña	<i>Ananas comosus L.</i>
Higuerilla	<i>Ricinus communis L.</i>	Piñón Mexicano	<i>Jatropha curcas L.</i>
Henequén	<i>Agave fourcroydes Lem.</i>	Pasto Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>
Hule	<i>Hevea brasiliensis</i>	Stevia	<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>
Limón persa	<i>Citrus latifolia Tanaka</i>	Vainilla	<i>Vainilla planifolia Andrews</i>
Macadamia	<i>Macadamia integrifolia L.</i>		



Figura 2. Cultivos en los que se determinó el potencial productivo en el Sur-Sureste de México.

### CONCLUSIONES

- Es factible localizar municipios de alta y muy alta marginación que cuentan con condiciones de alto potencial para alguna de las especies vegetales.
- Existen municipios que requieren de la reconversión productiva en algunas de las especies estudiadas.
- Existen municipios que siembran algunos de los cultivos con bajos niveles de competitividad que requieren de la reconversión productiva.
- El software marca pautas para una toma de decisiones hacia donde orientar la reconversión productiva en criterios de índices de marginación, siembra y rendimientos como parte de un criterio de competitividad y las áreas con potencial productivo a nivel de municipio.

## **BIBLIOGRAFIA**

FAO - ECOCROP. 2010. Food and Agriculture Organization of the UN (FAO).

Ramírez, G., Soria R, J., Pérez M, L., López L, R y Góngora G, S. F. 2009. Diagnóstico de la Región Sureste de México para una Propuesta de Reconversión Productiva. Trabajo Completo en Memorias del Foro Internacional Biológico Agropecuario. Tuxpan, Veracruz. Universidad Veracruzana.

SAGARPA-SIAP. 2011. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta para Windows. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). SAGARPA. México, D. F

<http://www.redcientifica.com/doc/doc199908210001.html>

<http://www.monografias.com/trabajos10/visual/visual.html>

## **PROGRAMA DE CÁLCULO DE EFICIENCIA ELECTROMECÁNICA (Eem) EN BOMBAS DE POZO PROFUNDO UTILIZANDO MULTÍMETRO.**

**Manuel Eduardo Pérez Marroquin<sup>2</sup> Abel Román López<sup>1</sup>, Ernesto Catalán Valencia<sup>1</sup>, Marco A. Inzunza Ibarra<sup>1</sup>, Ma. Magdalena Villa Castorena<sup>1</sup>**

<sup>2</sup> Asistente de investigador por honorarios de Ingeniería de Riego de INIFAP CENID-RASPA Email: [manuelpma-inifap@hotmail.com](mailto:manuelpma-inifap@hotmail.com) <sup>1</sup>INIFAP CENID-RASPA Km 6.5 margen derecha canal Sacramento C.P. 35140 Gómez Palacio Durango.

### **INTRODUCCIÓN**

El presente documento tiene como objeto presentar de una forma sencilla y práctica de evaluar la eficiencia electromecánica (Eem) de equipamientos de pozo profundo en la extracción de agua subterránea a través de medición en campo, de los parámetros eléctricos: tensión eléctrica (V) en volts, corriente eléctrica (I) en Amper con el uso del multímetro digital de ganchocomo instrumento de medición, barato, fácil de adquirirla con precio comercial desde \$170 (<http://www.carrodelectronica.com/>). Este instrumento tiene una sensibilidad de voltaje de 1 a 750 y una precisión de  $\pm 1\%$  mientras que en amperaje se tiene sensibilidad 100 mA a 200 A con una precisión de  $\pm 2.5\%$  (en cada una de las líneas de tensión eléctrica) (<http://www.master.com.mx/>), posteriormente se presenta además, una herramienta de computo metodológica útil para determinar (Eem) en los equipos de bombeo tanto sumergible como de motor externo, por lo que se requiere recurrir a cálculos para determinar; factor de potencia (Fp) y Potencia eléctrica (Pe) en kW con la que operan dichos equipos de bombeo, el Fp, es un dato fundamental y está en función de la fracción de carga del motor conforme a análisis proporcionado de manera gráfica por Montes (s/f) citado por Chávez (2006), el cual posteriormente por ajuste de los datos gráficos con un análisis de regresión obtiene una expresión con la cual se estima de manera analítica. La Pe se obtiene conociendo los valores de "V" e "I" medidos en campo con multímetro y con el Fp citado, para posteriormente obtener la eficiencia electromecánica. En la actualidad Existen programas de cálculo de eficiencia electromecánica (Delgado et al., 2013) en donde hace uso del Potenciómetro (TRMS) para luego ser procesado con el cómputo y donde además corrigen instalación eléctrica para mejorar FP y/o Eem, esta última se prevé generalmente mejorarla con una readecuación de equipo electromecánico.

Los potenciómetros actualmente son de dos tipos, el más simple tiene un costo aproximado de \$10,000 (<http://www.aemc.com/>), y los más sofisticados denominados "anализador de la calidad

de la energía eléctrica” (<http://www.chauvin-arnoux.us/>) y costo aproximado a los \$50,000 este último, es un instrumento básico en las compañías generadoras de electricidad y en la industria. Ambos instrumentos proporcionan los datos de Fpy Pe requeridos para este tipo de estudio mencionado, y a la vez proporcionan una gran cantidad de parámetros, para una adecuada instalación y mejoramiento de instalaciones eléctricas específicas, por lo que para el requerimiento de lo aquí presentado dichos instrumentos pueden resultar una inversión muy costosa y de poco uso para el empleo requerido.

Basado en los argumentos anteriormente externados, se pretende proporcionar una alternativa en la que con este tipo de instrumento junto con un procedimiento sistemático de cálculo se realice una estimación confiable de la eficiencia electromecánica para que los usuarios de los pozos profundos que requieran este tipo de evaluación puedan hacerlo con la finalidad de que mantengan su equipamiento electromecánico en rangos mínimos aceptables conforme a normas oficiales (NOM-006-ENER-1995, NOM-010-ENER-2004)

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Materiales.**

Se consideraron dos pozos con equipamiento distinto (motor externo y sumergible) y varias condiciones operativas que proporcionen información similar a la de varios pozos, los cuales se encuentran en el acuífero principal de la región lagunera Coah. – Dgo., como actividad paralela a la de “Metodología integral de evaluación y mejoramiento de la infraestructura utilizada en la extracción de aguas subterráneas” dentro del proyecto de investigación SIGI N° 1024718654 del INIFAP: Pozo 1124 CNA se localiza entre las coordenadas 25.538476 Latitud Norte, 103.17436” longitud Oeste. Predio Mariano Matamoros, del Ejido Mariano Matamoros Municipio de Matamoros, Coahuila. Pozo 1671 CNA se localiza entre las coordenadas 25.83186 Latitud Norte 103.117664 Longitud Oeste Predio Rancho el Rincón del Buitre ubicado en el Municipio de San Pedro, Torreón Coahuila.

### **Métodos**

Determinar nivel dinámico (**ND**) en m, es el nivel del agua cuando la bomba se encuentra operando con sonda electrónica.

Medir presión de flujo del agua en (**psi**) con manómetro inmediatamente a la salida del cabezal o codo de descarga del pozo profundo.

Medición de caudal tomado del medidor de flujo de la instalación (**Q**) Litros por segundo  $Ls^{-1}$ .



Medir tensión eléctrica (**V**) en volts, corriente eléctrica (**I**) en Amperes de la instalación con el Multímetro digital de gancho, es conveniente que se promedien de 2 a 3 pruebas como mínimo; En cada prueba se deben medir V el en las líneas, 1, 2, 1,3, y 2,3 y obtener su promedio.

Potencia del motor en (**Hp**) debe ser tomada de la placa del motor.

Calcular factor de potencia **Fp** (Ec. 1), potencia de entrada del motor **Pe** en kW (Ec. 2), la potencia de salida de la bomba **Ps** (Ec. 3), Carga total dinámica **CTD** en m.

En La estimación de la **CTD** se constituye por la sumatorias de: "Carga sobre la referencia" (elevación estática de descarga en m, longitud de descarga m, pérdida de carga por fricción y locales obtenida con el método de Manning, carga de velocidades y presión del manómetro en m) más la "carga bajo la referencia" (Nivel Dinámico ND en m, y pérdida de fricción en columna de bombeo que es el recorrido del agua desde el cuerpo de tazones hasta el nivel de referencia del terreno en m), en equipos de motor externo por lo general se utilizan tablas o gráficas para obtener las pérdidas de carga hidráulica, dicha información es proporcionada por la norma oficial NOM-006-ENER-1995, ambas tablas o graficas fueron ajustadas a un modelo matemático de regresión potencial múltiple como algoritmo de cálculo utilizado por (Pérez, 2012). En Bombas sumergibles se empleó la expresión de Manning y regido por la norma oficial Mexicana (NOM-010-ENER-2004). Finalmente el cálculo del parámetro  $\eta_{em}$  que es la potencia hidráulica (**Ps**) en kW, entregada por el equipamiento electromecánico a la tubería de descarga dividido entre la potencia eléctrica **Pe** en kW (Ec.4). Las eficiencias electromecánicas de los equipamientos evaluados, se realizaron para diversos puntos de bombeo de cada uno.

Para la estimación de la eficiencia electromecánica se diseñó una aplicación computacional creada con el lenguaje Visual Basic. 6.0.

### Cálculo de Factor de Potencia

Si (**Fp**) disminuye, consecuentemente provoca una baja eficiencia electromecánica. Una relación entre ambos es proporcionada de manera gráfica por Montes (s/f), y se resume en la ecuación potencial obtenida con el análisis de regresión por (Chávez, 2006).

$$Fp = 0.9127 (FCM)^{0.3612} \quad R^2 = 0.9127(1)$$

Donde

Fp = Factor de potencia

FCM = Fracción de carga del motor

V = Tensión eléctrica (volt)

I = Corriente eléctrica (amper)

### Potencia eléctrica de entrada

La potencia de entrada al motor ( $P_e$ ) es la potencia en kW, que requiere el motor eléctrico acoplado a la bomba (Chávez, 2006). Para motores trifásicos la cual se define como sigue:

$$P_e = \frac{\sqrt{3} V I F_p}{1000} (2)$$

Dónde:

$P_e$  = Potencia de entrada del motor en (kW)

$V$  = Tención electrica (Volt)

$I$  = Corriente electrica (Amper)

1000 = Conversión de Watts a kW

### Potencia de salida de la bomba ( $P_s$ )

Es la potencia en kW, transferida al agua por la bomba y está en función del caudal bombeado ( $Q$ )  $L s^{-1}$  y de la carga total dinámica (CTD) su cálculo se realizó con la expresión 3 (NOM-006-ENER-1995).

$$P_s = \frac{Q CTD}{102} (3)$$

Donde

$Q$  = Caudal ( $Ls^{-1}$ )

CTD = Carga Total Dinámica en (m)

102 = Constante de conversión a kW

### Eficiencia electromecánica

Se define como la proporción de la potencia de salida de la bomba entre la potencia suministrada a la entrada del motor de la bomba, se expresa en porcentaje. Según la Norma Oficial Mexicana (NOM-006-ENER-1995),(NOM-010-ENER-2004) Se presenta en la ecuación 4.

$$\eta_{em} = \frac{p_s}{p_e} \times 100 (4)$$

Dónde:

$\eta_{em}$  = Eficiencia electromecanica (%)

$P_s$  = Potencia de salida de la bomba (kW)

$P_e$  = Potencia de entradadelmotor (kW)

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los valores necesarios y fundamentales; Fp, Pe y Eem, estos son resultado de parámetros eléctricos V, I obtenidos con multímetro digital de gancho y contrastados con valores obtenidos directamente con el potenciómetro la cual fueron sometidos a un análisis estadístico de comparación las cuales se describen a continuación:

En la Figura1, se presenta el análisis estadístico en la que se tiene una correlación de 82 % de datos de Fp obtenida con multímetro contra las de Fp de potenciómetro la cual se ajusta a un modelo de regresión las cuales se tiene una sub y/ sobre estimación de ± 3 % en el cálculo de este parámetro.

En seguida en la Figura2, Se presenta el análisis para la estima de Pe en kW obtenida se requiere de Fp calculado y de otro constante, lo cual provoca cierta incertidumbre las cuales se reflejan en el coeficiente de determinación de 64 %; esto puede ser a causa del uso de distintas expresiones de la Pe en cada instrumento. Sin embargo se tiene una sub y/ sobre estima de ± 4 %.

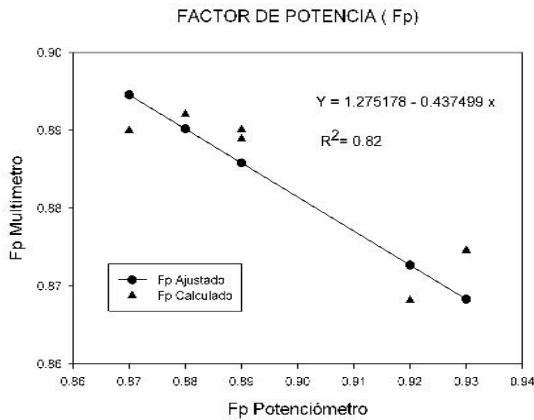


Fig.1. Análisis estadístico de Fp con multímetro contra Fp obtenida de potenciómetro.

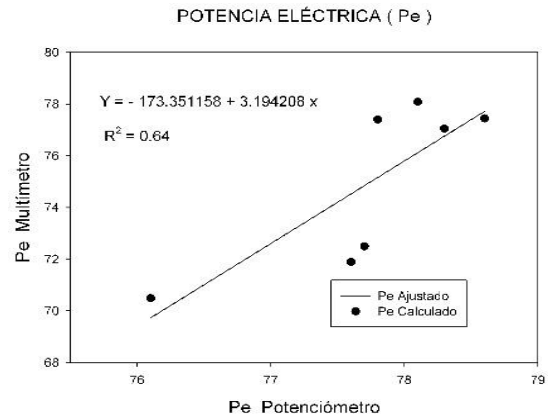


Fig.2. Correlación entre datos obtenidos de Pe con multímetro contra valores obtenidos con potenciómetro.

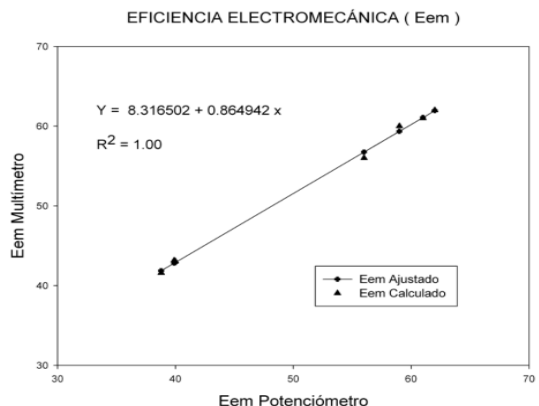


Fig.3. Análisis estadístico de Eem resultado de datos de multímetro contra datos de potenciómetro.

Finalmente, en la Figura 3, Una vez comparado el Fp, y la Pe, se prosigue al cálculo de Eem la cual es valor primordial de este estudio donde se logra tener un ajuste entre los datos calculados y la obtenida directamente por el potenciómetro con un coeficiente de determinación de 100 % las cuales presenta un buen ajuste al modelo, esto presenta una sub y/ sobre estima de ± 4 %.

### Utilización de la Herramienta Computacional



Fig.4. Ventana principal de cómputo

En la (figura 4) se muestra la pantalla principal de computo, en este se observan cuatro apartados donde el usuario pueda acceder con solo accionar un botón del tipo de equipamiento a procesar, Motor externo, Sumergible, así como los de Detalles, Ayuda y Salir. Cada una de ellas conducen a otras ventanas tal es el caso de “detalles” la cual al elegir ese apartado se abrirá otra ventana con las propiedades de diseños de quienes intervinieron en su elaboración, botón “Ayuda” ahí contiene 2 tablas una con valores

minimos de (Eem) de acuerdo a normas oficiales y la otra con valores de factor de estado de columna y para los dos últimos, Motor Externo, y/o sumergible estas son apartados donde se insertaran datos para realizar funciones de cálculo.

En la (Figura 5) se muestra la ventana donde se insertan datos para ejecutar la aplicación “Datos de campo” en ella se inserta lo siguiente: longitud de columna en (m), gasto en ( $Ls^{-1}$ ), Nivel dinámico ND en (m), presión del manómetro en (psi), diámetro de columna (m), diámetro de funda (m), longitud de la descarga en (m) y factor de estado de columna; “Datos eléctricos” promedios de voltaje (V), amperaje (A), y potencia de placa del motor (Hp), “sobre la referencia” elevación estática (m), pérdidas de carga en accesorios en (m). Todas las casillas que no solicitan llenado el programa automáticamente los mantiene sin acceso ya que son mostrados como efectos de cálculo interno en los resultados y por último se oprime “calcular” por lo que llena las

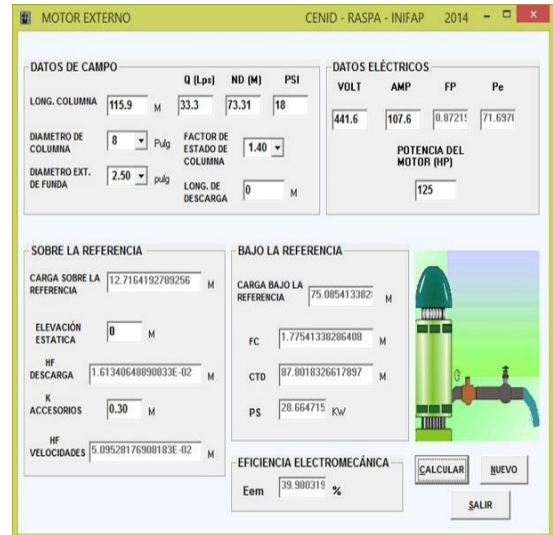


Fig.5. Ventana de inserción de datos

casillas faltante: factor de potencia (Fp), potencia eléctrica Pe en (kW), carga sobre la referencia (m), pérdida de carga en la descarga (m), carga de velocidad (m), carga bajo la referencia (m), pérdida de carga en columna (Fc) en m, Carga total dinámica (CTD) en m, potencia de salida de bomba (Ps) en kW y por último se obtiene la eficiencia electromecánica en porcentaje. Esta herramienta una vez procesado el resultado no cuenta con base de datos en donde sea guardada la información al oprimir “Nuevo” borra todos los datos insertados y si se oprime “Salir” regresa al menú principal; sin embargo, Los resultados de la figura 5, pueden salvarse mediante una captura de pantalla cuya acción es muy conocida.

### CONCLUSIÓN

Para efectos de pronóstico el multímetro digital de gancho es un instrumento confiable para encontrar los valores de voltaje y amperaje y se recomienda utilizar la herramienta de cómputo propuesta, y así determinar la eficiencia electromecánica (Eem) con la que está trabajando el equipamiento de extracción de agua subterránea, se exhorta el uso de este conjunto de técnicas simples y económicas para que se pueda monitorear de manera continua la eficiencia citada. Se aprecia una variación de un 4 % de sub y/ sobre estima de la (Eem) con respecto al hacerlo con un instrumento de alto costo como un potenciómetro o analizador de la calidad de la energía. La herramienta de cómputo puede ser solicitada al INIFAP con referencia al proyecto citado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Chávez O., J. C. 2006 Metodologías para la evaluación de eficiencias electromecánica e hidráulica en la extracción de aguas subterráneas. Tesis profesional Febrero 2006 UAAAN-UL, Torreón, Coah. México.
- Delgado R., G. Rivera G., M; Trucíos C., R; Estrada A., J; Catalán V., E. A. 2013. Programa para el cálculo de las eficiencias electromecánicas en equipos de bombeo de pozo profundo (EFEL 1.0).Agrofaz VOL: 13 Núm. 2. P 13.([http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/2013132IV\\_2.pdf](http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/2013132IV_2.pdf)) consulta 18 de julio 2014.
- Norma Oficial Mexicana NOM-010-ENER-2004. Eficiencia energética de bombas sumergibles. Límites y método de prueba., Diario oficial Viernes 18 de Abril de 2005. ([http://www.sener.gob.mx/res/Acerca\\_de/010ener2004.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/Acerca_de/010ener2004.pdf)) consulta 12 de julio de 2014
- Norma Oficial Mexicana NOM-006-ENER-1995. Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.- Límites y método de prueba. Diario Oficial, jueves 9 de noviembre de 1995, sección; sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. ([http://www.sener.gob.mx/res/Acerca\\_de/nom-006-ener-95.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/Acerca_de/nom-006-ener-95.pdf)) consulta 22 de julio de 2014.
- Pérez M., M. E. 2012, Metodología de Evaluación Electromecánica e Hidráulica y obtención de Curvas Características en pozos profundos, Tesis profesional diciembre 2012. UAAAN-UL, Torreón Coahuila México.

## CONTENIDO DE SELENIO EN GRANO CRUDO Y COCIDO DE DOS VARIEDADES DE FRIJOL PRODUCIDAS EN DURANGO

Rafael Jiménez Ocampo<sup>1\*</sup>, Rigoberto Rosales Serna<sup>1</sup>, Mayra Denise Herrera Leyva<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. Tel. 618-8260426 ext. 222. \*[jimenez.rafael@inifap.gob.mx](mailto:jimenez.rafael@inifap.gob.mx). <sup>2</sup>INIFAP-CEZAC-Zacatecas. Carretera Zacatecas-Fresnillo, km 24.5. Calera de Víctor Rosales, Zac., México. C. P. 98500.

### INTRODUCCIÓN

El selenio (Se.) es un micronutriente esencial requerido en pequeñas cantidades por el humano, comportándose como tóxico cuando es administrado en dosis altas (Manzanares, 2007). En la naturaleza el selenio puede encontrarse como selenato ( $\text{Se}^{+6}$ ), selenito ( $\text{Se}^{+4}$ ), selenio elemental ( $\text{Se}^0$ ) y selenuro ( $\text{Se}^{-2}$ ). El humano obtiene selenio a partir de los alimentos en forma de selenometionina y selenocisteína, siendo ésta última la de mayor biodisponibilidad (Casalset *et al.*, 2005). La presencia de selenio ha sido controvertida en diferentes cultivos alimenticios, debido a la toxicidad de este elemento (Cruz *et al.*, 2011). En algunos estudios se estableció que la mortalidad ocasionada por el cáncer se redujo con el consumo diario de selenio entre 200 y 300  $\mu\text{g día}^{-1}$  (Schrauzer, 2001). La principal fuente natural de selenio orgánico (selenometionina= SeM) para la población humana la representan los alimentos y en México el frijol es considerado como un componente de importancia en la dieta, por su aporte de proteína y minerales (Sangerman *et al.*, 2010).

En Durango, el año 2012 se cosecharon con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) 239 mil hectáreas y se produjeron 110 mil toneladas de grano, con un rendimiento medio de 460  $\text{kg ha}^{-1}$  (SIAP, 2013). En esta región se produce principalmente grano de las variedades Pinto Saltillo y Negro San Luis, el cual es comercializado en el mercado regional y nacional. Es necesario evaluar los niveles de selenio disponibles en los alimentos consumidos en México, con la finalidad de establecer la relación de la ingesta de este elemento con los problemas de cáncer registrados actualmente (Calderón *et al.*, 2009; Charúa *et al.*, 2009). Después de la evaluación de los niveles de selenio en los alimentos consumidos en México y sus posibles efectos en la salud, se podrán delinear estrategias para suplementar y en su caso reducir el consumo de este elemento, con el fin de que se minimice el riesgo para la población mexicana (Calderón *et al.*, 2009; Charúa *et al.*, 2009).

La evaluación de diferentes variedades de frijol permitirá el establecimiento de la variación genética para absorber y transformar selenio elemental a las formas orgánicas; así como la capacidad para acumularlo en el grano. Con ello, se establecerá la posibilidad de realizar

mejoramiento genético para seleccionar líneas mejoradas de frijol con la capacidad para absorber, translocar y acumular selenio orgánico en el grano. Con ello se proveerá al productor, industria y consumidor los alimentos que podrían contribuir al mejoramiento de la salud. El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de selenio en el grano de dos variedades de frijol cultivadas en Durango.

### MATERIALES Y MÉTODOS.

Se analizaron cuatro muestras compuestas, provenientes de la combinación de dos variedades de frijol (Pinto Saltillo y Negro San Luis) y dos tratamientos de cocción (crudo y cocido). El tratamiento de cocción se aplicó a cada una de las variedades considerando el tiempo determinado previamente con el método Mattson. La variedad Negro San Luis se coció 47 min; mientras que Pinto Saltillo requirió 49 min para la cocción del grano. Después de la cocción, el grano y caldo se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C y luego se molió para obtener harina con tamaño de partícula de un milímetro.

Las determinaciones del contenido de selenio (Se) se obtuvieron mediante la técnica de espectrometría de emisión atómica de inducción por plasma (ICP-AES Varian Liberty II, Varian, Palo Alto, CA. USA). Las determinaciones se realizaron con el apoyo del personal del Colegio de Posgraduados en Montecillo, Edo. Méx. Se obtuvo el análisis químico proximal con las técnicas de la AOAC (1990) y la digestibilidad se evaluó con el método multi-enzimático (Hsuet *al.*, 1977), mediante el uso de dos enzimas (peptidasa y proteinasa). Los datos obtenidos se analizaron con base en un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial (2 tratamientos de cocción y dos variedades). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) únicamente entre variedades para el contenido de selenio (Cuadro 1). La variedad de frijol Negro San Luis mostró mayor concentración de selenio en grano crudo (5.6 ppm); mientras que en grano cocido el valor más alto se registró en Pinto Saltillo (4.5 ppm) (Cuadro 2). En estudios anteriores se habían reportado valores muy bajos para el contenido de selenio en ejotes (0.006-0.009 ppm) (Morris y Levander, 1970). La interacción variedad por tratamiento resultó significativa por lo que puede decirse que la cocción influyó en el contenido de selenio presente en las variedades evaluadas. Se observó que la cocción redujo el contenido de selenio en variedad Negro San Luis, la cual pasó de 5.6 ppm a 3.9 ppm. En el caso de la variedad Pinto Saltillo se observó un efecto contrario, por lo que se registraron 2.8 ppm en grano crudo y 4.5 ppm en el grano cocido.



Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para el contenido de selenio en el grano crudo y cocido de dos variedades de frijol cosechadas en Durango.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Contenido de Se (ppm)
Variedades (V)	1	3.8**
Tratamiento (T)	1	0.1
Vx T	1	8.1**
Error	8	0.3
Promedio		4.2
Coeficiente de variación (%)		12.3

\*\*altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ).

Cuadro 2. Promedio del contenido de Selenio para dos variedades de frijol cosechadas en el estado de Durango.

Variedad	Tratamiento	Contenido de Selenio (ppm)
Pinto Saltillo	Crudo	2.8 <sup>b</sup>
Negro San Luis	Crudo	5.6 <sup>a</sup>
Pinto Saltillo	Cocido	4.5 <sup>a</sup>
Negro San Luis	Cocido	3.9 <sup>b</sup>
Promedio		4.2

<sup>a-b</sup> Literales diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

El análisis proximal presentó diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre variedades únicamente para el contenido de cenizas (Cuadro 3). La variedad Pinto Saltillo registró los valores más altos para esta variable, en frijol cocido (4.40 %) y crudo (4.13 %) (Cuadro 3). Negro San Luis registró el valor más bajo de ceniza en grano cocido (4.05 %), lo cual reduce sus propiedades nutricionales relacionadas con el aporte de minerales. Los valores de ceniza resultaron similares a los obtenidos en otros trabajos de investigación en frijol, en los cuales se reportaron valores entre 4.4 % y 4.5 % (Audu y Aremu, 2011; Serna, 2012). La ceniza representa el nivel de minerales que contienen en los alimentos, por lo que puede decirse que el frijol es una fuente importante de estos componentes nutritivos para la población humana (Moraghan y Grafton, 2001).

En el resto de las variables del análisis químico proximal se observó igualdad estadística entre variedades y tratamientos del grano (crudo y cocido). El contenido de proteína registró un promedio de 22.9 % y fluctuaciones entre 22.7 % y 23.2 %. La proporción promedio de las otras fracciones fueron grasa 2.0 %, fibra 2.4 % y extracto libre de nitrógeno (carbohidratos solubles) 68.5 %.

Cuadro 3. Promedio para variables incluidas en el análisis químico proximal realizado al grano crudo y cocido de dos variedades de frijol cosechadas en Durango, 2013.

Variedad	Tratamiento	Ceniza (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	ELN (%)
N. San Luis	Crudo	4.10 <sup>b</sup>	22.8	2.6	2.4	68.2
N. San Luis	Cocido	4.05 <sup>b</sup>	22.9	2.0	2.0	69.0
P. Saltillo	Crudo	4.13 <sup>ab</sup>	23.2	2.1	2.7	67.9
P. Saltillo	Cocido	4.40 <sup>a</sup>	22.7	1.5	2.6	68.9
Promedio		4.17	22.9	2.0	2.4	68.5
CV (%)		3.15	9.0	29.8	24.1	2.7

<sup>a-b</sup> Literales diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

Se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre enzimas para la evaluación de la digestibilidad de la proteína (Figura 1). Los valores promedio de digestibilidad fueron estadísticamente mayores con el uso de proteinasa (85.5 %), en relación con la peptidasa (81.1 %). El testigo estándar utilizado en la prueba (albúmina) mostró una digestibilidad de 91.5 % con peptidasa y 95.2 % cuando se utilizó proteinasa. Los resultados demostraron que la enzima proteinasa incrementó la precisión de las determinaciones de digestibilidad de la proteína, debido a que el estándar mostró un valor más cercano al porcentaje reportado por el proveedor (96.0 %).

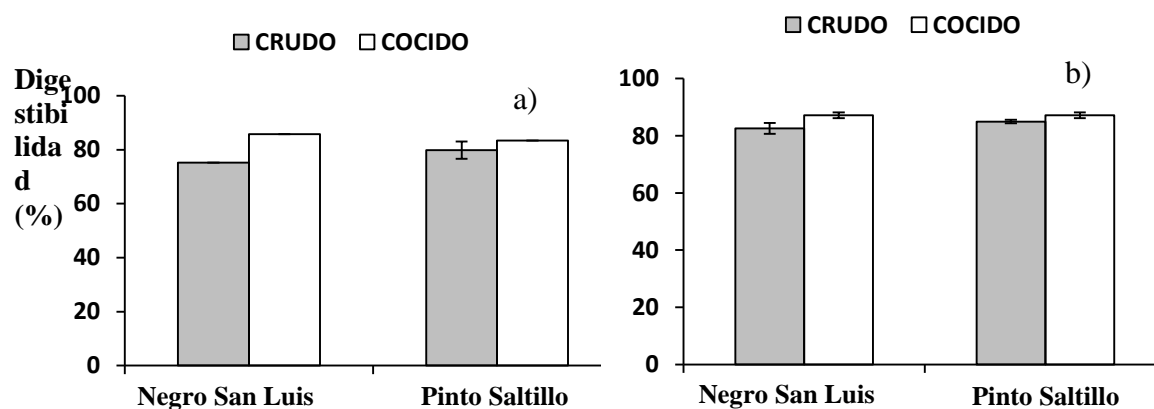


Figura 1. Digestibilidad de la proteína determinada con dos enzimas en grano crudo y cocido de dos variedades de frijol cultivadas en Durango, 2013. a) peptidasa y b) proteinasa.

Aunque se observó igualdad estadística, la variedad Negro San Luis registró el valor más bajo de digestibilidad (75.3 %) de la proteína en grano crudo con el uso de la enzima peptidasa (Figura 1a) y este valor se incrementó en el grano cocido (85.6 %), superando a la variedad Pinto Saltillo (83.4 %). La variedad Negro San Luis fue generada a partir de material criollo, por lo que es posible que contenga una mayor cantidad de inhibidores de tripsina, lectinas y otros factores antinutricios, que afectaron la digestibilidad de la proteína contenida en el grano crudo. Se observó la misma tendencia con el uso de la enzima proteinasa ya que la digestibilidad de

proteína fue menor en grano crudo de Negro San Luis (82.6 %), en comparación con Pinto Saltillo (84.9 %), aunque los valores fueron estadísticamente iguales. En el caso de grano cocido se observó digestibilidad estadísticamente igual en ambas variedades (87.2 %) con el uso de la enzima proteinasa.

### CONCLUSIONES

El frijol producido en Durango contiene selenio, lo cual debe considerarse para establecer si este elemento está presente en los aminoácidos de la proteína y con base en ello calcular su utilidad para cumplir con el requerimiento diario de los humanos. Si se utiliza el valor más bajo registrado en el grano cocido, observado en Negro San Luis, puede decirse que se requiere consumir 51 g de frijol cocido para cumplir con el requerimiento de selenio de un individuo adulto. El contenido y digestibilidad de la proteína fue similar en las variedades de frijol Pinto Saltillo y Negro San Luis. Los resultados obtenidos son importantes para corroborar la importancia del frijol en la nutrición humana y la determinación de los niveles de selenio en el grano de esta especie.

### BIBLIOGRAFÍA

- Audu, S. S.; M. O. Aremu. 2011. Effect of processing on chemical composition of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour. *Pakistan Journal of Nutrition* 10(11): 1069-1075.
- Casals M., G.; M. Torra S.; R. Deulofeu P., A. M. Ballesta G. 2005. Importancia del selenio en la práctica clínica. *Química Clínica* 24 (3): 141-148.
- Calderón G., D.; A. Guevara; E. Hernández G.; A. Juárez J.; L. Segura; G. Barragán; H. Juárez O. 2009. Different types of cancer in children and their treatments in a Mexican pediatric hospital. *Acta Pediatr. Mex.* 30: 299-304.
- Charúa G., L.; A. A. Lagunes G.; J. A. Villanueva H.; B. Jiménez B.; O. Avendaño E.; E. Charúa L. 2009. Comportamiento epidemiológico del cáncer de colon y recto en el Hospital General de México. Análisis de 20 años: 1988-2007. *Rev. Gastroenterol. Mex.* 74: 99-104.
- Cruz M., R. G.; E. Ramírez B.; M. A. Cobos P.; A. L. Revilla V.; M. M. Crosby G.; J. L. Cordero M. 2011. Disponibilidad de selenio complementado con selenito de sodio y seleniometionina en corderos. *Rev. Cient. FCV-LUZ XXI* 1: 31-38.
- Hsu, H.; D. Vavak; L. Satterlee; G. Miller. 1977. A multienzyme technique for estimating protein digestibility. *J. food Sci.* 42: 1269-1279.
- Manzanares C., W. 2007. Selenio en los pacientes críticos con respuesta inflamatoria sistémica. *Nutrición Hospitalaria.* 22(3):295-306.
- Moraghan, J. T.; K. Grafton. 2001. Genetic diversity and mineral composition of common bean seed. *J. Sci. Food Agric.* 81: 404-408.
- Morris, V. C.; O. A. Levander. 1970. Selenium content of foods. *J. Nutrition* 100: 1383-1388.
- Sangerman J., D. M.; J. A. Acosta G.; R. Shwentesi R.; M. A. Damián H.; B. S. Larqué S. 2010. Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. 1: 363-380.
- Schrauzer, G. N. 2001. Nutritional selenium supplements: product types, quality, and safety. *Journal of the American College of Nutrition* 20: 1-4.
- Serna C., N. G. 2012. Caracterización nutricional y evaluación de la digestibilidad y degradabilidad de residuos de la producción de biocombustibles. Tesis de Maestría en Ciencias. UJED-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Durango, Dgo. Méx. 88 p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Consultado en línea el 23/09/2013. [http://www.siap.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350).

---

---

## PERDIDAS DE NITRÓGENO POR VOLATILIZACIÓN EN AGUA RESIDUAL CRUDA PARA SU APROVECHAMIENTO EN ACTIVIDADES AGROPECUARIAS DE MATAMOROS COAHUILA

**Miguel Palomo-Rodríguez<sup>1</sup>, Miguel Rivera González<sup>2</sup>,  
María del Rosario Jacobo Salcedo<sup>2</sup>, Juan Estrada Avalos<sup>2</sup>, Gerardo Delgado Ramírez<sup>2</sup> y  
Juan Carlos Carmona Navarrete<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).  
Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila, México.

<sup>2</sup>INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmosfera.  
Km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango.  
E-mail: palomo.miguel@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

La carga nutrimental que se utiliza en el riego de los cultivos, es de importancia para los sistemas de producción, ya que permite desarrollar una agricultura rentable, siempre y cuando se garantice que no existen riesgos de contaminación al acuífero por lixiviación de nitratos, para no comprometer el sano desarrollo de la población y su actividad productiva (Palomo-Rodríguez y Figueroa, 2005).

Todos los sistemas de producción requieren altas aportaciones de nitrógeno, excepto alfalfa que lo demanda en menor cantidad y aun así, muchos de los sistemas agrícolas son deficientes en este elemento. Los recursos nitrogenados disponibles y ampliamente conocidos en la Comarca Lagunera, incluyen al estiércol y fertilizantes inorgánicos (urea y sulfato de amonio, entre otros), además de las aportaciones de nitrógeno en sus diferentes formas que poseer el agua residual y que no se toman en cuenta.

Los estudios básicos de caracterización nutrimental del agua residual, deben ser valorados de manera puntual, ya que forman parte de un recurso económico que permite a los productores un ahorro de las aplicaciones nitrogenadas, toda vez que se debe conocer la aportación de nitrógeno en sus diferentes formas. En la Comarca Lagunera se utilizan excesivas aplicaciones de nitrógeno orgánico vía el aprovechamiento de estiércol bovino, lo que puede agravar riesgos de contaminación al acuífero por nitratos.

Cuando el flujo de agua residual recorre grandes extensiones a lo largo de un distrito de riego, ocurren variaciones en la concentración de nitrógeno amoniacal ( $N-NH_4$ ), que pueden ocurrir por un proceso de volatilización; por lo anterior el objetivo de la investigación fue determinar las pérdidas de nitrógeno por volatilización del agua residual cruda, en función del tiempo de recorrido que guarda el flujo hasta las parcelas de cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada durante el 2012, en el municipio de Matamoros Coahuila, que es representativo del sector agropecuario de la Comarca Lagunera y donde su primera planta de tratamiento de agua residual se encuentra en etapa de construcción, donde se proporcionara un tratamiento de lodos activados. El municipio se ubica geográficamente en las coordenadas 103°13'42 longitud oeste y 25° 31'41 latitud norte, a una altura de 1100 metros sobre el nivel del mar y se encuentra limitado al poniente con [Torreón](#), al oriente con [San Pedro de las Colonias](#) y [Viesca](#), en tanto al norte colinda con [Francisco I. Madero](#).

El cárcamo de liberación de agua residual, tiene un gasto de 120 l s<sup>-1</sup> y converge sobre un canal revestido hasta las parcelas de cultivo del mismo municipio. Durante los meses de agosto y septiembre del 2012, fueron colectadas cuatro repeticiones de agua residual sin tratar en el cárcamo principal de Matamoros Coahuila para valorar las aportaciones de N-Ntot, N-NH<sub>4</sub> y N-NO<sub>3</sub>; para registrar el proceso de volatilización, fue simulado un tratamiento físico de sedimentación en condiciones aerobias a través de un agitador de vaivén durante un mes; para ello se colectaron 12 muestras de agua residual cruda y cada 72 horas fueron determinados los parámetros N-Ntot y N-NH<sub>4</sub> para valorar las pérdidas de nitrógeno amoniacal.

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de agua-suelo-planta del Campo Experimental La Laguna del INIFAP; para determinar nitrógeno total (N-tot), se siguió la técnica de digestión seguido de un procedimiento de destilación; el nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub>) y nitratos (N-NO<sub>3</sub>) fueron determinados mediante un destilador LABCONCO. Para la obtención del modelo de mayor ajuste exponencial, se utilizó el software JandelScientificTable Curve, de la Universidad de las Cruces, Nuevo México.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de agua residual para nitrógeno en sus diferentes formas se indica en el Cuadro 1, donde predomina N-NH<sub>4</sub>, seguido de N-org y N-NO<sub>3</sub>; al comparar los resultados, estos se aproximan a lo encontrado en Valle de Juárez Chihuahua, donde el agua residual posee un 68.78 % para N-NH<sub>4</sub> con respecto al nitrógeno total, N-Orgánico se le confiere un 30.66 % en tanto para N-NO<sub>3</sub> corresponde un 0.49 % y N-NO<sub>2</sub> posee solamente un 0.07 % del valor nutrimental de nitrógeno, (Palomo-Rodríguez *et al.*, 2007, 2007a), razón por la cual no fue determinado N-NO<sub>2</sub> en el estudio de Matamoros Coahuila, inclusive estudios reportados por SARH (1980), indican que la proporción de nitritos representa apenas el 0.080 % del total de nitrógeno para estudios realizados en agua residual cruda de Tula Hidalgo.

Cuadro 1. Caracterización de nitrógeno en sus diferentes formas para agua residual cruda de Matamoros Coahuila.

mg l <sup>-1</sup>				
N-tot	N-NH <sub>4</sub>	N-org	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>
64.00	44.31	17.88	1.80	- -
100 %	69.25 %	28.23 %	2.51 %	- -

La simulación de un tratamiento físico de sedimentación del agua residual, es indicado en el Cuadro 2, donde se señalan las variaciones que ocurren a través del tiempo para N-Ntot y N-NH<sub>4</sub>; las variaciones que ocurren en el proceso de volatilización del amoníaco se encuentran ampliamente documentadas, donde son influenciadas o favorecidas por temperatura, variaciones de pH, agitación del agua residual, respiración bacteriana así como la asimilación por los microorganismos (García *et al.*, 1998; González *et al.*, 2001). El Cuadro 2 destaca que posterior a los 15 días de agitación en vaivén, tiende una estabilización para los valores N-Ntot y N-NH<sub>4</sub>, ya que el ion amonio del agua residual se transforma en amoníaco gas, que se encuentra en permanente agitación, lo que favorece la difusión del amoníaco hacia la atmosfera.

Cuadro 2. Variaciones en la remoción del nitrógeno amoniacal por volatilización en agua residual cruda de Matamoros Coahuila al simular un tratamiento físico de sedimentación en condiciones aerobias.

Tiempo (días)	mg l <sup>-1</sup>		% Remoción promedio
	N-total	N-NH <sub>4</sub>	
0	53.76	37.22	0
3	41.76	28.91	22.33
6	31.28	21.66	41.81
9	25.01	17.31	53.48
12	20.83	14.42	61.26
15	17.85	12.36	66.80
18	15.61	10.80	70.97
21	13.87	9.60	74.21
24	12.48	8.64	76.79
27	11.36	7.86	78.87
30	10.41	7.20	80.64

Los resultados encontrados en Matamoros Coahuila, para nitrógeno en sus diferentes formas es 3.14 veces mayor a los encontrados para Valle de Juárez Chihuahua (Palomo-Rodríguez *et al.*, 2007), así también superan hasta en 2.08 veces a los valores de nutrientes nitrogenados de amonio encontrados en el DR-003, de acuerdo a lo indicado por SARH (1980).

La Figura 1 destaca el modelo de mejor ajuste encontrado que es de tipo exponencial para el periodo de tiempo indicado; los productores que se ven beneficiados con el uso y aprovechamiento del agua residual cruda de Matamoros, Coahuila utilizan el agua residual para la producción de algodón, maíz y sorgo forrajero; sobre el uso de volúmenes de agua utilizada en el riego de cultivos Palomo-Rodríguez (2005), destaca que las láminas utilizadas para algodnero en riego de superficie son en promedio de 22.07 cm para el aniego que se aplica previo a la siembra, en tanto los riegos de auxilio son de láminas promedio de 15.23 cm. Con la información anterior se puede inferir que en el primer día que es liberada el agua residual a las parcelas de cultivo, se puede aprovechar en su totalidad la concentración de nitrógeno amoniacal, en tanto aquellos productores ubicados varios kilómetros adelante donde el agua tarda 6 días en llegar, solamente se aprovechara el 58.19 % de los nutrimentos y para aquellos productores donde el agua llega a los 12 días de que fue liberada del cárcamo, se aprovechara el 38.74 % de los nutrimentos nitrogenados, vía  $N-NH_4$ .

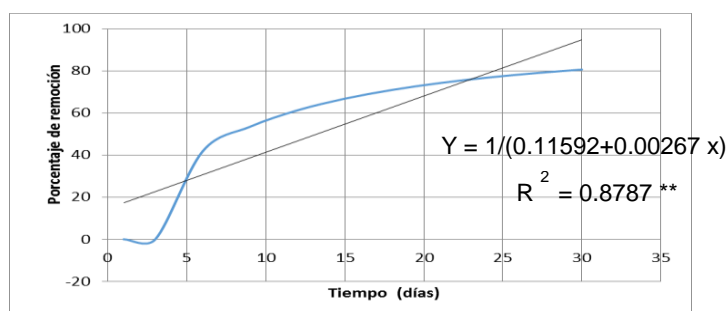


Figura 1. Modelo exponencial que describe el comportamiento de la remoción promedio de nitrógeno amoniacal ( $N-NH_4$ ) por volatilización que se registra en agua residual cruda de Matamoros Coahuila, al simular un tratamiento físico de sedimentación en condiciones aerobias.

## CONCLUSIONES

1. La carga nutrimental nitrogenada del agua residual cruda de Matamoros Coahuila, es 3.14 veces mayor a la registrada en otras localidades como Valle de Juárez Chihuahua y 2.08 veces superior a la de Tula Hidalgo.
2. Las variaciones que registra  $N-N_{tot}$ ,  $N-NH_4$ ,  $N-org$  y  $N-NO_3$  a través del tiempo, obedecen a la volatilización de amonio.

3. El proceso físico de agitación proporcionado al agua residual cruda, permitió establecer a que durante los primeros 10 días, se remueve un 56 % de N-NH<sub>4</sub> valorado en laboratorio.
4. Las pérdidas de N-NH<sub>4</sub> fueron conformadas en un modelo exponencial, donde en los primeros 5 días se pierde un 28 %, a los 10 días se remueve un 40 % del valor total de N-NH<sub>4</sub> y a los 15 días de liberada el agua se remueve un 55 % de acuerdo al modelo indicado.

### BIBLIOGRAFÍA

- García, J.; M. Hernández-Mariné y R. Mujeriego. 1998. Tratamiento de aguas residuales urbanas mediante lagunas de alta carga: evaluación experimental. *Ingeniería del Agua* 5(2):35-50.
- González, J. M.; Bécares, E. y Luis, E. 2001. Limnología de sistemas experimentales de lagunas para el tratamiento de aguas residuales. Facultad de Biología, Universidad de León, España. *Limnetica* 20(2): 267-277
- Palomo-Rodríguez M., y U. Figueroa V. 2005. Variabilidad espacial de nutrientes en el agua residual del Valle de Juárez, Chihuahua. *Revista AGROFAZ* 5(3): 95-104
- Palomo-Rodríguez M., G. Martínez R., y U. Figueroa V. 2007. Desarrollo sustentable de los recursos naturales al disminuir riesgos de contaminación en actividades agropecuarias. *Revista Cultura Científica y Tecnológica (CULCyT)* 4(20):4-14
- Palomo-Rodríguez M., U. Figueroa V., J. G. Martínez R., M. A. Flores O. y R. Faz C. 2007a. Contenido nutrimental del agua residual en Valle de Juárez Chihuahua. Folleto Científico No. 3 Campo Experimental Delicias, INIFAP-México, 32 p.
- SARH. 1980. Investigación del comportamiento de la calidad del agua en función de descargas de contaminantes y su efecto en la flora y fauna acuáticas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. D. F. 91 p.



## **MODELOS MATEMÁTICOS DEL CRECIMIENTO DE FRUTOS DE DURAZNO Y PERA EN TRES SISTEMAS DE MANEJO**

**Joel Díaz Martínez<sup>1</sup>, Isaias Chairez Hernández<sup>2</sup>, J. Natividad Gurrola Reyes<sup>2</sup>, Gerardo Pérez Santiago<sup>2</sup> y Celina González Guereca<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Estudiante de la Maestría en Gestión Ambiental del IPN CIIDIR Unidad Durango. Sigma 119. Fracc. 20 de Noviembre II. Durango, Dgo, [dimj\\_07@hotmail.com](mailto:dimj_07@hotmail.com)

<sup>2</sup>IPN CIIDIR Unidad Durango. Sigma 119. Fracc. 20 de Noviembre II. Durango, Dgo, México. Becarios de COFAA [ichairez@hotmail.com](mailto:ichairez@hotmail.com), [natigre1@hotmail.com](mailto:natigre1@hotmail.com), [gperezs@yahoo.com](mailto:gperezs@yahoo.com)

### **INTRODUCCIÓN**

El duraznero y peral tradicionalmente se siembran como cultivos de traspatio, en México existen condiciones climáticas favorables para el desarrollo de frutales de clima templado, estos se han visto desfavorecidos por la entomofauna que causa daños de importancia económica afectando el rendimiento de producción, calidad de comercialización y sanidad de los huertos, generando un desaprovechamiento para la elaboración de productos alimenticios para consumo humano.

Los insectos plaga más incidentes para el duraznero son: el lepidóptero barrenador (*Anarsia lineatella* Zeller) que se alimenta de brotes y frutos, el ácaro llamado araña roja (*Eotetranychus lewisi* McGregor) que succiona la savia por el envés de las hojas, pulgón negro (*Brachycaudus persicae* Passerinni) su daño no permite el desarrollo de los brotes, Chinche lygus (*Lygus ineolaris* Palisot de Beauvois) se alimentan de yemas florales en desarrollo, Trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) la alimentación es sobre las hojas, flores y frutos, produciendo manchas de color plateado y la chinche de encaje (*Corythucha* sp.). Mientras que las principales plagas detectadas en el peral son: el lepidóptero barreno (*Cydia pomonella* Linnaeus) que ataca los frutos, ingresa a ellos por la cicatriz de la flor, el pulgón lanífero (*Eriosoma lanigerum* Hausmann), las picaduras provocan en la madera tumores que hacen que se debilite, el escarabajo picudo (*Amphidees latifrons* Champion G. S.) ataca las yemas vegetativas y florales causando la muerte del árbol.

Los modelos de regresión se han utilizado para la comprensión del comportamiento de los frutales caducifolios y representan una herramienta importante para cuantificar el crecimiento de los vegetales, este se puede referir a un incremento irreversible de materia seca o volumen, cambios en tamaño, masa, forma o número de estructuras, como una función del genotipo, el tiempo y el ambiente. Diversos estudios se han realizado para conocer la fenología del fruto. Casierra-Posada *et al.* en el 2004 en los altiplanos colombianos llevaron a cabo una investigación en la fenología del durazno, midieron peso fresco y seco diámetro polar y ecuatorial utilizando polinomios de tercer grado y encontraron correlaciones superiores al 0.97.

Donoso *et al.*, del 2005 al 2007, realizaron una descripción desde la aparición de la yema, floración y desarrollo del durazno en San Vicente de Tagua, Tagua Palmilla y Codegua en Chile; sin embargo, no hicieron simulaciones matemáticas. Por otro lado Alvarez y Boche en 1999 midieron los diámetros ecuatoriales perpendiculares de nectarin tardío en la provincia de Neuquen, Argentina. realizaron modelaciones matemáticas de los diámetros con los modelos monomolecular, logístico y de Gompertz (Hunt, 1982; Seber,1989) donde se encontró que el modelo Logístico tenía un error cuadrático medio menor a los otro dos métodos con un coeficiente de correlación entre 0.993 y 0.997 y se comparó el coeficiente *a* con el diámetro final del fruto. Se han realizado caracterización y simulaciones con la morfología de otros frutos, por ejemplo Parra-Coronado *et al.* en 1998 realizaron una caracterización física y fisiológica, en la física se determinó la forma, el tamaño, área superficial, peso y porosidad y en la fisiología, intensidad respiratoria, firmeza y contenido de ácido. Rojas-Lara *et al.* en el 2008 en condiciones de invernadero en el Estado de México aplicaron Regresión Lineal, Múltiple Exponencial, Logístico, Michael-Menten y Monomolecular para estimar el crecimiento de chile manzano (*Capsicum pubescens*). La variable dependiente fue peso fresco, y las independientes: longitud, ancho y volumen del fruto. Los modelos matemáticos que mejor describieron el crecimiento del fruto del chile manzano fueron el de Regresión Lineal Simple, Múltiple y Monomolecular. Ardila *et al.* (2011) llevaron a cabo el análisis del crecimiento del fruto de tres híbridos de tomate en condiciones de invernadero, utilizaron un modelo logístico. La variable independiente fue las unidades calor tomando como límite inferior de temperatura 10°C y la variable dependiente diámetro del fruto, el modelo que mejor se ajustó fue para el tomate de larga vida híbrido SVR con un ECM de 0.00135. Por último Avanza *et al.* (2004) realizaron una descripción del crecimiento de frutos de naranjo dulce mediante los métodos Logístico, Gompertz y Monomolecular concluyen que el modelo Monomolecular fue el más adecuado, para la descripción del crecimiento de este fruto.

La necesidad de conocer el comportamiento de los árboles frutales en diferentes sistemas de cultivo hace necesario conocer los eventos fenológicos, esta herramienta proporciona datos sobre el ritmo de brotación, floración y fructificación, los cuales dependen de las características mismas de la especie. Esta información es vital para el manejo de los huertos. El desarrollo de fructificación se explica por el tamaño del fruto y en particular de los diámetros de los mismos. El desarrollo de los diámetros frutales se ha simulado por medio de los siguientes modelos: Logístico (1) Monomolecular (2) y de Gompertz (3), entre otros.

$$D = f(t) = \frac{a}{1 + EXP^{-(b+ct+dt^2+et^3)}} \quad (1)$$

$$D = f(t) = a(1 - EXP^{-(b+ct+dt^2+et^3)}) \quad (2)$$

$$D = f(t) = a * EXP(-EXP(b+ct+dt^2+et^3)) \quad (3)$$

En cada caso D representa la medida del diámetro del fruto medido en milímetros y t el tiempo en días después de plena floración (DDPF). La constante  $a$  esta asociada con el diámetro final y las constantes,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  y  $e$  están relacionadas con las velocidades de crecimiento. El presente estudio realiza una comparación de los tres diferentes modelos en tres sistemas de manejo del peral y duraznero: el primero recibió las prácticas culturales habituales, en lo que respecta a poda, riego, fertilización, más la aplicación de tratamientos sanitarios referente a insecticidas con la utilización de medidas preventivas de baja prevalencia en el ambiente (orgánicos) (T1), en el segundo los frutales recibieron únicamente las prácticas culturales de poda, riego y fertilización (T2), y el tercero no recibió prácticas culturales (T3), debido a que es la manera en que los fruticultores de la región han mantenido en las últimas décadas. El método de comparación son los modelos fenológicos del desarrollo de los diámetros de los frutos y estos permitirán conocer los estados fenológicos para tomar medidas de manejo agronómico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos experimentales utilizados para aplicar los modelos se obtuvieron de plantaciones de un cultivar criollo de frutales de duraznero y peral, en tres sistemas de manejo ubicados en tres huertos mixtos de frutales en abundancia en pera y durazno ubicadas en la Comunidad de San Nicolás de Arriba, Santiago Papasquiari, Durango. En la temporada 2012-13. Para cada tratamiento se seleccionaron 5 árboles de cada frutal y en cada uno de ellos se señalaron 5 frutos. Las mediciones comenzaron a realizarse 21 días después de la plena floración, ocurrida el 6 de abril de 2013, para el caso del duraznero y a los 14 días después de plena floración, ocurrida el 13 de abril de 2013 en el peral, y continuaron quincenalmente con el registro del crecimiento de los frutos expresados por el promedio de la medida de 2 diámetros polares y ecuatoriales perpendiculares. El periodo se extendió a 18 semanas, obteniéndose la última medición el 24 de agosto de 2013, cuando se consideró que los frutos alcanzaron el grado de madurez requerido para su cosecha.

Se simularon las cinéticas de crecimiento con el modelo Logístico (1), el modelo Monomolecular (2) y de Gompertz (3). Los ajustes se realizaron utilizando el software Statistica versión 7 que utiliza el algoritmo de Gauss-Newton con corrección de Marquardt. Se comprobaron los supuestos de Gauss Markov. Se compararon los coeficientes de los modelos utilizando la t de student en cada modelo y en cada coeficiente con p menor a 0.05. El método iterativo de cómputo exige introducir valores iniciales de los coeficientes, por lo que se procedió a buscar estimaciones aproximadas. Para definir sobre el modelo más adecuado se comparó la bondad

de los ajustes logrados sobre los datos globales de cada tratamiento, así como el conjunto de todos los frutos. Como estadístico de comparación se utilizó el error cuadrático medio (ECM) y también se calculó el coeficiente de determinación  $R^2$  y se verificó sobre los residuales el cumplimiento de los supuestos de Gauss-Markov del modelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los diámetros polar y ecuatorial de los frutos de pera y durazno expresados en milímetros, tomándose lecturas cada 15 días a partir del 27 de abril del 2013, 21 días de la floración completa del durazno y 14 de la pera, hasta 133 y 140 días respectivamente, que es la fecha que alcanzaron su máximo crecimiento y momento en que se dio la cosecha.

Cuadro 1. Crecimiento del diámetro polar y ecuatorial en frutos de durazno y pera

DD PF	Durazno						DD PF	Pera					
	Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial				Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial		
	T1 (mm)	T2 (mm)	T3 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	T3 (mm)		T1 (mm)	T2 (mm)	T3 (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	T3 (mm)
14	17.5	16.9	17.0	13.0	13.5	12.0	21	16.5	16.5	16.0	14.5	14.5	12.5
28	30.7	31.0	27.7	27.0	27.0	24.0	35	33.5	32.5	29.5	29.5	25.5	25.0
48	33.2	33.9	31.1	28.0	27.5	26.0	55	43.5	40.5	37.5	40.0	35.5	29.5
63	35.0	35.6	33.6	29.0	29.0	27.0	70	53.0	53.5	41.5	48.0	44.5	36.0
77	36.8	36.7	35.5	29.5	31.0	28.0	84	56.5	56.5	47.5	51.5	46.5	41.5
91	40.5	40.2	37.8	34.5	37.5	32.0	98	67.5	67.5	54.5	61.5	60.5	49.5
105	47.2	46.6	42.8	42.5	41.0	38.0	112	71.5	75.5	66.0	66.0	70.5	56.5
119	51.8	48.4	46.6	47.0	43.5	40.0	126	77.5	76.5	69.5	72.0	75.5	63.0
133	54.9	51.6	47.8	52.5	46.5	43.0	140	81.0	78.5	71.0	78.0	76.5	66.0

T1 = Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico, T3 = Sin manejo agronómico y DDPF=Días después de plena floración.

En la figura 1 que corresponde al diámetro polar (A) de la perase observa un incremento hasta el día 30 donde se observa un punto de inflexión. En este punto el crecimiento más grande corresponde al T2 y el mínimo a T3 posteriormente se observa un crecimiento más lento del día 30 hasta el día 94 presentan otro punto de inflexión donde el menor crecimiento corresponde a T3, T1 y T2 tienen el mismo valor, después de esto se observa un crecimiento más acelerado. El T1 se observa un crecimiento sostenido del día 94 al 134. En el T2 se observa un punto de inflexión en el día 104 y desde ese día muestra un crecimiento sostenido. El T3 desde el día 94 al 104 muestra un crecimiento sostenido y en el 104 hay un punto de inflexión. Los resultados al día 134 muestran que T1 presentó mayor diámetro y el T3 menor diámetro. Es de señalar que después del día 104 se separaron los diámetros del T1 y T2 con mayor incremento de T1.

En el diámetro ecuatorial (B) de la perase observa un incremento hasta el día 30 donde se observa un punto de inflexión. En este punto el crecimiento más grande corresponde al T1 y T2 y el mínimo a T3 posteriormente se observa un crecimiento más lento del día 30 hasta el día 76 presentan otro punto de inflexión donde el menor crecimiento corresponde a T3, y el mayor T2,

después de esto se observa un crecimiento más acelerado. El T1 se observa un punto de inflexión a los 100 días. En el T2 se observa un punto de inflexión en el día 94 y desde ese día muestra un crecimiento sostenido. El T3 desde el día 74 al 100 muestra un crecimiento sostenido y en el día 100 hay un punto de inflexión. Los resultados al día 134 muestran que T1 presentó mayor diámetro y el T3 menor diámetro. Es de señalar que después del día 100 se separaron los diámetros del T2 y T1 con ventaja el T1.

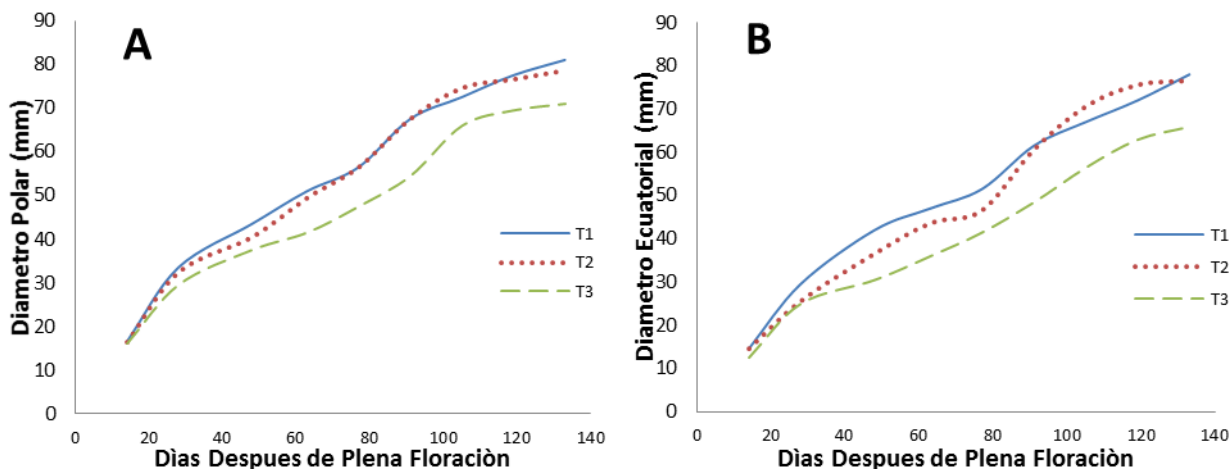


Figura 1. Cinéticas de crecimiento del diámetro polar (A) y ecuatorial (B) en pera para T1, T2 y T3.

T1= Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico y T3 = Sin manejo agronómico

En la figura 2 que corresponde al diámetro polar (A) del durazno se observa un incremento hasta el día 40 donde se observa un punto de inflexión. En este punto el crecimiento más grande corresponde al T1 y el mínimo a T3 posteriormente se observa un crecimiento más lento del día 40 hasta el día 100 presentando otro punto de inflexión donde el menor crecimiento corresponde a T3, T1 y T2 tienen el mismo valor, después de esto se observa un crecimiento más acelerado. El T1 se observa un crecimiento sostenido del día 60 al 104 con tres puntos de inflexión a los 70, 90 y 100 días logrando alcanzar el mayor tamaño a los 140 días. En el T2 se observan dos puntos de inflexión en los días 90 y 110 y desde ese día su crecimiento es sostenido hasta el día 140, desde ese día muestra un crecimiento sostenido. El T3 muestra solo un punto de inflexión en el día 110 y a partir de ahí su crecimiento es sostenido hasta el día 140, teniendo el menor tamaño del diámetro polar. En el diámetro ecuatorial (B) del durazno se observa un incremento hasta el día 40 donde se observa un punto de inflexión. En este punto el crecimiento más grande corresponde al T1 y el mínimo a T3 posteriormente se observa un crecimiento más lento hasta el día 90 presentando otro punto de inflexión donde el menor

crecimiento corresponde a T3, T2 y T1 tienen el mismo valor, después de esto se observa un crecimiento más acelerado. El T1 se observa un crecimiento sostenido del día 60 al 100 con un punto de inflexión a 90 días, logrando alcanzar el mayor tamaño a los 140 días. En el T2 se observan dos puntos de inflexión en los días 70 y 90 y desde ese día su crecimiento es sostenido hasta el día 140, desde ese día muestra un crecimiento sostenido. El T3 muestra solo un punto de inflexión en el día 100 y a partir de ahí su crecimiento es sostenido hasta el día 140, teniendo el menor tamaño del diámetro ecuatorial.

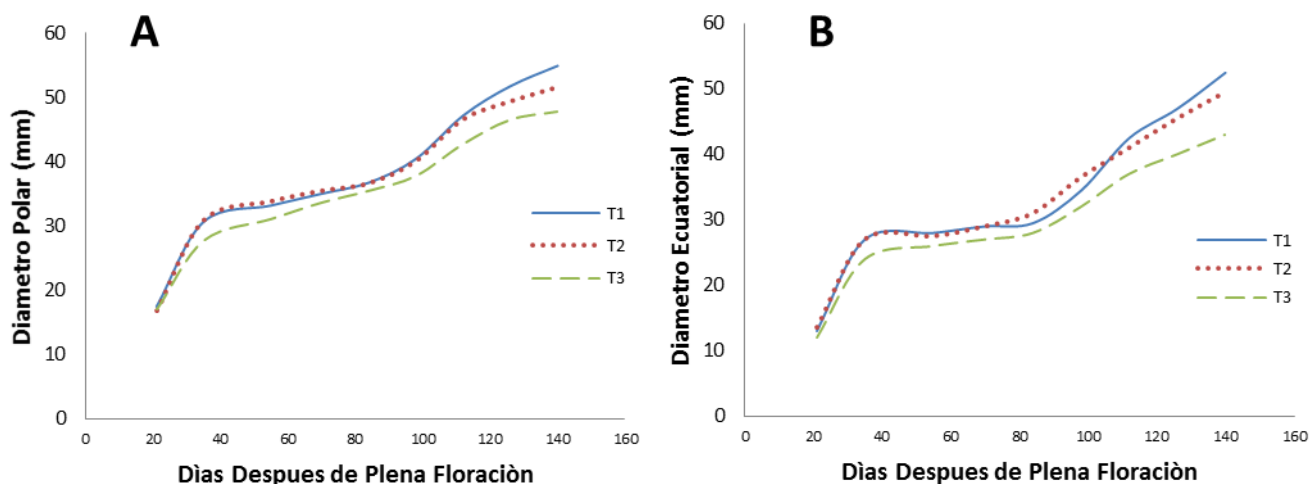


Figura 2. Cinéticas de crecimiento en durazno del diámetro polar (A) y ecuatorial (B) en durazno para T1, T2 y T3.

T1= Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico y T3 = Sin manejo agronómico

Los tres modelos presentan un buen ajuste a los datos obtenidos experimentalmente para ambos diámetros en el fruto de pera, con coeficientes de determinación que en todos los casos superan el 98% para ambos diámetros (Cuadro 2). Estos resultados muestran la flexibilidad que confieren a las ecuaciones los cinco parámetros que las definen. En T1 el modelo Monomolecular fue el más adecuado en el diámetro polar y ecuatorial. En T2 el modelo más apropiado para el diámetro polar fue el Monomolecular y para el ecuatorial fue el Logístico. En el caso del T3 El mejor modelo para el diámetro polar fue el Logístico y el de Gompertz y para el diámetro ecuatorial el modelo Monomolecular.

Cuadro 2. Estimación de los coeficientes para modelo por tratamiento en frutos de pera.

Modelo	Tratamiento	Diámetro Polar Coeficientes					ECM	R <sup>2</sup>	Diámetro Ecuatorial Coeficientes					ECM	R <sup>2</sup>
		a	b	c	d	e			a	b	c	d	e		
Logístico	T1	80.6	2.6	-0.11	0.001	-0.00001	2.2	99	79.0	2.6	-0.10	0.001	-0.00001	1.7	99
	T2	77.9	2.6	-0.12	0.002	-0.00001	3.0	99	76.6	2.8	-0.12	0.002	-0.00001	1.6	99
	T3	70.8	2.7	-0.13	0.002	-0.00001	0.4	98	65.9	2.4	-0.09	0.001	-0.00001	1.4	99
Monomolecular	T1	82.2	-0.2	0.04	-0.001	0.00001	1.4	99	83.0	-0.1	0.03	0.001	0.00001	0.9	99
	T2	78.6	-0.2	0.04	-0.001	0.00001	2.7	99	78.1	-0.2	0.04	-0.001	0.00001	2.7	99
	T3	71.9	-0.3	0.05	-0.001	0.00001	0.6	99	67.0	-0.2	0.04	-0.001	0.00001	0.5	99
	T1	81.1	1.2	-0.07	0.001	-0.00001	1.7	99	80.2	1.2	-0.06	0.001	-0.00001	1.2	99

Gompertz	T2	78.2	1.3	-0.08	0.001	-0.00001	2.8	99	77.2	1.3	-0.07	0.001	-0.00001	2.0	99
	T3	71.2	1.4	-0.09	0.001	-0.00001	0.4	99	66.2	1.2	-0.06	0.001	-0.00001	0.9	99

T1= Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico y T3 = Sin manejo agronómico

ECM=Error cuadrático medio y R<sup>2</sup>=Coeficiente de determinación

En el cuadro 3 se nota que la comparación entre los coeficientes *a* para los modelos de crecimiento con respecto a una t=2.11 con 16 gl y una p≤0.05, para T1 y T2 no existen diferencias significativas con ningunos de los modelos ni de los diámetros, mientras que para (T1 y T3) y (T2 y T3) existen diferencias significativas por lo tanto los modelos de crecimiento del diámetro polar y ecuatorial en el caso de la pera el T1 y T2 son iguales pero T3 es diferente de ambos. Para los demás coeficientes no existen diferencias significativas.

Cuadro 3. Comparación entre los coeficientes de los modelos (t de student) en frutos de pera (t=2.11, 16 gl, p≤0.05).

C	Logístico						Monomolecular						Gompertz					
	Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial			Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial			Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial		
	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3
<i>a</i>	0.8	3.8	3.4	0.6	3.3	4.4	1.0	3.3	2.7	0.8	2.7	3.6	0.9	3.8	3.2	0.7	3.3	4.3
<i>b</i>	-0.1	-0.3	-0.1	-0.5	0.3	0.7	0.2	0.7	0.3	0.3	0.4	0.0	-0.1	-0.4	-0.2	-0.3	0.1	0.4
<i>c</i>	0.2	0.7	0.3	0.6	-0.1	-0.6	-0.3	-1.0	-0.4	-0.5	-0.8	0.0	0.2	0.9	0.4	0.5	0.2	-0.3
<i>d</i>	-0.4	-1.1	-0.4	-0.9	-0.2	0.7	0.4	1.4	0.5	0.8	1.3	0.0	-0.4	-1.2	-0.4	-0.8	-0.6	0.4
<i>e</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

T1= Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico, T3 = Sin manejo agronómico y C=Coeficiente

Los tres modelos presentan un buen ajuste a los datos obtenidos experimentalmente para ambos diámetros en el fruto de pera, con coeficientes de determinación que en todos los casos superan el 98% para ambos diámetros (Cuadro 4). En todos los casos T1, T2 y T3 el modelo Monomolecular fue el que presentó menor ECM.

Cuadro 4 Estimación de los coeficientes de cada modelo por tratamiento en frutos de durazno.

Modelo	Tratamiento	Diámetro Polar Coeficientes					ECM	R <sup>2</sup>	Diámetro Ecuatorial Coeficientes					ECM	R <sup>2</sup>
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>		
Logístico	T1	54.3	3.3	-0.17	0.003	-0.00001	0.7	99	50.9	3.9	-0.20	0.003	-0.00002	1.9	99
	T2	50.4	3.9	-0.22	0.003	-0.00002	0.8	99	44.4	4.4	-0.25	0.004	-0.00002	1.7	98
	T3	48.0	3.0	-0.16	0.002	-0.00001	0.3	99	41.7	4.3	-0.23	0.004	-0.00002	0.7	99
Monomolecular	T1	55.4	-0.9	0.09	-0.001	0.00001	0.2	99	52.5	-1.1	0.09	-0.001	0.00001	0.7	99
	T2	51.2	-1.2	0.11	-0.002	0.00001	0.4	99	45.1	-1.4	0.12	-0.002	0.00001	0.9	99
	T3	48.7	-0.8	0.08	-0.001	0.00001	0.2	99	42.5	-1.3	0.11	-0.002	0.00001	0.3	99
Gompertz	T1	54.8	2.0	-0.13	0.002	-0.00001	0.4	99	51.5	2.4	-0.14	0.002	-0.00001	1.2	99
	T2	50.8	2.5	-0.16	0.002	-0.00001	0.6	99	44.7	2.8	-0.18	0.003	-0.00002	1.3	99
	T3	48.2	1.8	-0.11	0.002	-0.00001	0.2	99	42.0	2.6	-0.16	0.003	-0.00001	0.5	99

T1= Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico y T3 = Sin manejo agronómico  
ECM=Error cuadrático medio y R<sup>2</sup>=Coeficiente de determinación

En el Cuadro 5 se nota que la comparación entre los coeficientes *a* para los modelos de crecimiento con respecto a una t=2.11 con 16 gl y una p≤0.05, para T1 y T2 existen diferencias

significativas excepto para el modelo logístico mientras que para T1 y T3 existen diferencias significativas en todos los casos, y para T2 y T3 no existen diferencias significativas.

Cuadro 5 Comparación entre los coeficientes de los modelos (t de student) en frutos de durazno (t=2.11, 16 gl, p≤0.05).

C	Logístico						Monomolecular						Gompertz					
	Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial			Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial			Diámetro Polar			Diámetro Ecuatorial		
	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3	T1 y T2	T1 y T3	T2 y T3
a	0.0	4.4	1.9	2.9	4.4	0.8	3.1	5.4	2.0	3.8	5.6	1.9	2.8	5.0	2.0	3.3	5.0	1.8
b	0.0	0.6	1.4	-0.4	-0.3	-0.1	1.2	-0.6	-1.7	0.9	0.7	0.3	-1.0	0.6	1.6	-0.5	-0.5	0.2
c	0.0	-0.5	-1.4	0.7	0.5	0.2	-1.3	0.5	1.6	-1.1	-0.9	0.5	1.1	-0.5	-1.5	0.8	0.6	-0.4
d	-0.9	0.5	1.4	-0.8	-0.5	-0.4	1.1	-0.7	-1.5	1.1	0.8	0.6	-1.0	0.6	1.5	-0.9	-0.6	0.5
e	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

T1= Manejo agronómico más protección a plagas, T2 = Manejo agronómico, T3 = Sin manejo agronómico y C = Coeficiente

El cuadro 4, muestra los coeficientes *a*, *b*, *c*, *d* y *e* obtenidos con los modelos de los los diámetros polar y ecuatorial de los frutos de durazno, con los días después de floración para T1, T2 y T3. Si bien el parámetro *a* es el límite al cual tiende el tamaño final del fruto podemos observar que el T1 es el que obtiene los valores más altos de 54.5 mm para el caso del diámetro polar y 52.5 mm de diámetro ecuatorial en el modelo Monomolecular por encima de T2 y T3, mientras que T3 obtiene los valores más bajos de 48.2 a 42 mm en ambos diámetros, con el modelo de Gompertz, el resto de los valores para todos los coeficientes en los tres tratamientos se mantienen cercanos entre sí.

Se observó en la pera que en el diámetro polar el modelo de Gompertz fue el que mejor se aproximó al diámetro real final y en el diámetro ecuatorial fue el modelo logístico. Por otro lado el modelo que mejor se ajustó al desarrollo del diámetro polar fue el Monomolecular en T1 y T2 y en T3 el Logístico y el de Gompertz y en el diámetro ecuatorial para el T1 y T3 fue el Monomolecular y para T2 el Logístico (Cuadro 1 y 2).

En el Durazno en el diámetro polar los que más se aproximaron a los diámetros reales fueron Logístico, Monomolecular y Gompertz para T3, T2 y T1 respectivamente y en el diámetro ecuatorial el modelo Monomolecular fue el que más se aproximó a los diámetros finales. El modelo Monomolecular fue el que mejor simuló el desarrollo del crecimiento en el caso del diámetro polar y diámetro ecuatorial.

En el caso del Durazno los resultados coinciden con lo reportado por Avanza *et al.* (2004) en el naranjo dulce y por Rojas-Lara *et al.* (2008) en el chile manzano en cuanto al mejor ajuste en el Modelo Monomolecular. Sin embargo Álvarez y Boche (1999) llegan a la conclusión que el mejor modelo es el Logístico para simular el crecimiento del nectarin tardío. Ardila *et al.* (2011) realizaron modelaciones en tres híbridos de tomate pero solo utilizaron el modelo logístico. Casierra-Posada *et al.* (2004) realizaron modelaciones sobre durazno pero solamente utilizaron polinomios de tercer grado y esto no permite comparar los diámetros finales de los frutos con los



estimados por los modelos. Parra *et al.*(1998)midieron características físicas y fisiológicas de la pera variedad Triunfo de Vienapero no realizaron modelaciones de la misma manera Donoso *et al.*(2008) realizaron un análisis sobre el crecimiento del durazno pero sin realizar modelación.

De acuerdo a los resultado presentados en el Cuadro 3 para la pera se concluye que existe diferencia significativa entre los modelos para el diámetro polar y ecuatorial de (T1 y T2) con T3, lo cual implica que el manejo agronómico en T1 y T2 y la protección a plaga en T1 fueron efectivos.

En el Cuadro 5 se observa diferencia significativas entre T1 con (T2 y T3) en todos los modelos y en los dos diámetros, en este caso la protección a plaga fue determinante para marcar la diferencia.

### **CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos se concluye: A pesar de que las tres ecuaciones analizadas dieron resultados satisfactorios con coeficientes de determinación superiores al 98%, el modelo Monomolecular de cinco parámetros aparece como la más apropiada por presentar menor error cuadrático medio (ECM), seguido del modelo Logístico para ambos diámetros polar y ecuatorial en frutos de duraznero y peral, así como es el que más se acerca al diámetro final real del observado. Los modelos doble sigmoideos en el que el exponente es un polinomio de tercer grado del tiempo, describen con suficiente precisión el crecimiento de frutos de durazno y pera tipo criollos, en las condiciones ambientales de la temporada 2012-13, pudiendo resultar de utilidad su aplicación a otros frutos de clima templado, caracterizados por presentar dos fases en su crecimiento, además de la programación de poda, riego, fertilización y medidas sanitarias en los huertos. El tratamiento T1 y T2 fueron significativamente diferentes al T3 en la pera y en el durazno T1 fue diferente a T2 y T3 lo que confirma la hipótesis de que las labores agrícolas y la protección de plagas hacen la diferencia.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Álvarez A., y S. Boche. 1999. Modelos matemáticos para describir crecimientos doble sigmoideos en frutos de un nectarin tardío (c.v. Sun Grand). Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina. Agro sur, Vol. 27, No.1.
- Ardila, R. G., Fischer H. G., Balaguera-López E. 2011. Caracterización del crecimiento del fruto y producción de tres híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en tiempo fisiológico bajo invernadero. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, Vol. 5, No.1, pp. 44-56.
- Arenas, B, M. C., Vélez S. J. E., Camacho-Tamayo, J. H. 2011. Crecimiento del fruto de peral bajo el sistema de riego por goteo con una y dos línea. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Colombia. Vol. 6. No. 2. pp. 140-151.
- Avanza M. M., Giménez L., Mazza S. M., Rodríguez V. A. 2004. Descripción del crecimiento de frutos de naranjo dulce mediante el uso de modelos no lineales. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.

- Casierra-Posada, F., Barreto V. E., Fonseca, O. L. 2004. Crecimiento de frutos y ramas de duraznero (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'Conservero') en los altiplanos colombianos. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Colombia. Vol. 22. No. 1. pp. 40-45.
- Donoso C. J., Bastías I. R., Lemus S. G., Silva R. L. 2008. Comportamiento fenológico del duraznero (*Prunus pérsica* L.) en tres localidades de la VI Región. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile. CIREN. No. 13.
- Hunt, R. 1982. Plant growth curves. Ed:EdwardArnoldLimited. London. Pp 121-141.
- Parra-Coronado, A., Janeth-Sanchez, L. y Barragan C. 1998. Características Físicas y Fisiológicas de la Pera Variedad Triunfo de Viena (*Pyruscommunis* L)
- Rojas-Lara, P. C., Pérez-Grajales, M., Colinas-León, M. T. B., Sahagún-Castellanos, j., Avitia-García, E. 2008. Modelos matemáticos para estimar el crecimiento del fruto de chile manzano (*Capsicum pubescens* R y P). Universidad Autónoma de la Ciudad de México, Academia de Biología. México. Revista Chapingo, Serie Hortícola, Vol. 14. No. 3. pp. 289-294.
- Seber G. y Wild C. 1989. Nonlinear Regression. Ed Jhon Wiley & Sons, New York, pp325-365

## MODELOS PARA ESTIMAR EL COEFICIENTE DE DESARROLLO DE ALGUNOS CULTIVOS EN ZONAS HOMOGÉNEAS DE ZACATECAS, MÉXICO

Miguel Servín Palestina<sup>1, a\*</sup>, Leonardo Tijerina Chávez<sup>2</sup>, Guillermo Medina García<sup>3</sup>,

<sup>a</sup>Estudiante de maestría en el Postgrado de Hidrocincitas del Colegio de Postgraduados

<sup>1</sup>Investigador adscrito al INIFAP-CIRNOC Campo Experimental Zacatecas

<sup>2</sup>Profesor Investigador Titular del Postgrado de Hidrociencias del Colegio de Postgraduados

<sup>3</sup>Investigador del programa de Agroclimatología y Modelage. INIFAP-Zacatecas.

\*servin.miguel@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

La determinación de la demanda de agua de los cultivos para planear y operar las actividades agrícolas ha tomado importancia por las limitaciones cuantitativas y cualitativas de los recursos hídricos (Bonet *et al.*, 2010). Para esta tarea se ha instalado equipo de monitoreo de humedad en el suelo y de variables climáticas con el fin de conocer los requerimientos hídricos de los cultivos. Así como desarrollar diferentes metodologías para estimar necesidades de riego, para determinar la cantidad y el momento de su aplicación, con el objeto de restablecer el déficit de humedad del suelo debido a la demanda evaporativa durante todo su ciclo (John J. Arévalo-H *et al.*, 2013). La evapotranspiración del cultivo (ETc) es una de las principales variables de entrada en la metodología para estimar el consumo de agua durante su ciclo de crecimiento (Oliosio *et al.*, 2005; Acevedo-Opazo *et al.*, 2010). El conocimiento de la Evapotranspiración del Cultivo (ETc) es la clave para cuantificar el requerimiento de riego de los cultivos, se calcula por medio del producto del coeficiente del cultivo (Kc) y la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) (Allen *et al.*, 2006). El coeficiente del cultivo integra los efectos de las características que distinguen a un cultivo del pasto de referencia, el cual posee talla corta, una apariencia uniforme y cubre completamente la superficie del suelo. Durante el período de crecimiento del cultivo, la variación del coeficiente de desarrollo del cultivo Kc expresa los cambios en las etapas fenológicas en la cantidad de follaje y el porcentaje de cobertura del suelo. Esta variación del coeficiente Kc a lo largo del crecimiento del cultivo es representada por la curva de desarrollo del cultivo (Allen *et al.*, 2006). Para describir y construir la curva del coeficiente del cultivo se necesitan solamente tres valores de Kc: los correspondientes a la etapa inicial (Kc ini), la etapa de media (Kc med) y la etapa final (Kc fin). Con base a los tres valores propuestos por la FAO-56 se desarrollaron modelos para varios cultivos, los cuales describen de forma continua la variación del Kc, en cinco macro-regiones del estado de Zacatecas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio.

El estudio se llevó a cabo en el estado de Zacatecas, se ubica en el norte centro de México, esta región presenta valores de alto déficit evapotranspirativo, tiene un clima semi-seco con precipitación media anual de menos de 400 mm a más de 500 mm y una evaporación potencial de 1,700 – 2,200 mm al año. En el área de estudio se encuentran instaladas 36 estaciones agroclimáticas automatizadas (Medina y Ruiz, 2004).

Determinación del valor de  $K_c$  ini.

El valor del coeficiente del cultivo para la etapa inicial de crecimiento se determina en función del intervalo promedio entre los eventos de humedecimiento (riego ó lluvia) la evapotranspiración de referencia  $E_{To}$  y la magnitud del evento de humedecimiento. (Allen *et al.*, 2006).

Para determinar la evapotranspiración de referencia  $E_{To}$  del área de estudio se realizó un mapa de distribución espacial para clasificar las 36 estaciones agroclimáticas automatizadas en 5 zonas con el fin de agrupar áreas homogéneas comunes para obtener la  $E_{To}$  promedio de cada grupo y obtener el  $K_c$  ini.

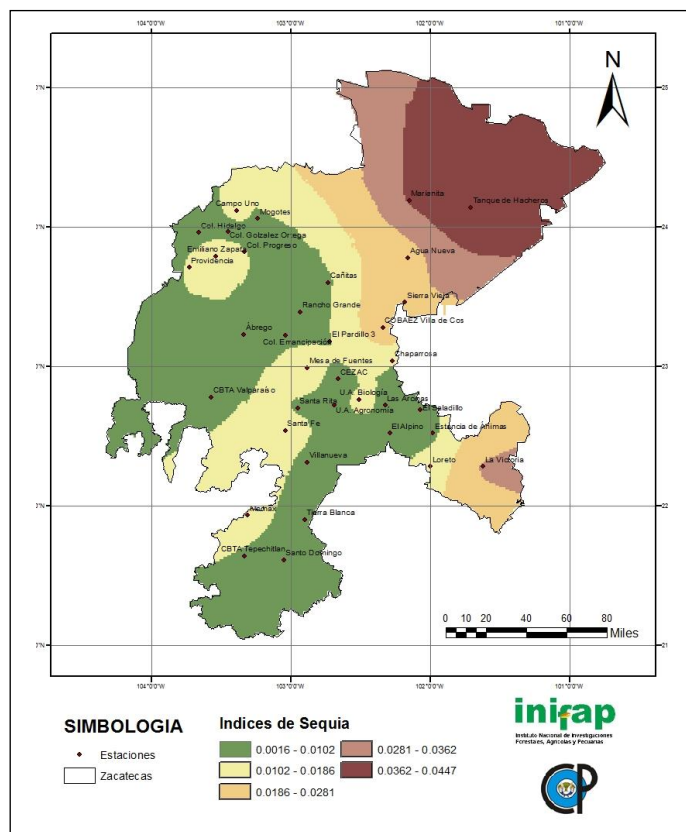
La clasificación se realizó de acuerdo a la condición de sequía propuesta por la UNESCO (1979), la cual realiza una clasificación de las zonas áridas del mundo basada en el valor de la relación entre la precipitación anual y la evapotranspiración calculada según el método estándar de Penman y se conoce como índice de sequía IS.

Para obtener el IS, se utilizaron los datos de precipitación promedio del mes de abril y la evapotranspiración de referencia del mismo mes de las 36 estaciones climáticas automáticas distribuidas estratégicamente en todo el Estado.

La evapotranspiración de referencia  $E_{To}$  fue calculada con la ecuación de Penman – Monteith donde se usa la metodología propuesta por Allen *et al.* (1998).

La base de datos se representó en un mapa espacial con ayuda del ArcGis 10.1 y se realizó la interpolación de los datos de índice sequía para su clasificación(Figura 1). Posteriormente se obtuvo un promedio de las ETo de cada grupo.

Figura 1.- Clasificación por índice de sequía en Zacatecas



La Eto promedio del mes de abril para cada zona se presenta en el Cuadro 1. Con esta información se obtuvo el kc ini basado en la metodología descrita por Allen (2006) en el manual de la FAO-56 para cada grupo(Cuadro 1).

Cuadro 1.- Evapotranspiración y coeficiente de cultivo

Zonas	Eto Abril	Kc_Inicial
1	5.5	0.62
2	5.3	0.63
3	5.2	0.64
4	5.0	0.66
5	4.9	0.67

El  $K_c$  med y  $K_c$  fin se obtuvieron del manual 56 de la FAO (Allen *et al.*, 2006) donde se considera la humedad relativa y la velocidad de viento que está en el rango de clima árido y semiárido.

Curva de coeficiente de cultivo.

Utilizando la metodología propuesta por la FAO de Allen *et al.*(2006), se genera la curva de  $K_c$  a partir de los valores obtenidos para las cuatro fases de desarrollo: 1.- De siembra a 10% de cobertura del suelo, 2.- Del 10% de cobertura hasta el momento de alcanzar la cobertura efectiva completa, 3.- Comprende el período de tiempo entre la cobertura completa hasta el comienzo de la madurez y 4.- Comprende el período entre el comienzo de la madurez hasta el momento de la cosecha. En este método se fijan tres valores de  $K_c$  para las cuatro fases de desarrollo del cultivo. Las curvas del coeficiente de desarrollo de los cultivos maíz, frijol y chile se grafican considerando estas cuatro fases de desarrollo que duran 30, 50, 60 y 40; 15, 25, 50 y 20; 30, 35, 70 y 25 días respectivamente y los valores de  $K_c$  máximo y final son para maíz 1.05 - 0.45, frijol 1.1 - 0.6 y chile 1.05 - 0.6. y el  $k_c$  inicial se tomó del Cuadro 1.

En la Figura 2, se muestra un ejemplo para maíz donde la línea continua muestra la curva de  $K_c$  para todas las etapas de desarrollo desde siembra hasta cosecha y los puntos representan una línea suavizada para obtener 10 valores de  $K_c$  (eje de las y) y valores del porcentaje de desarrollo (eje de las x) para obtener el modelo del  $K_c$  con ayuda del paquete estadístico SAS(2008).

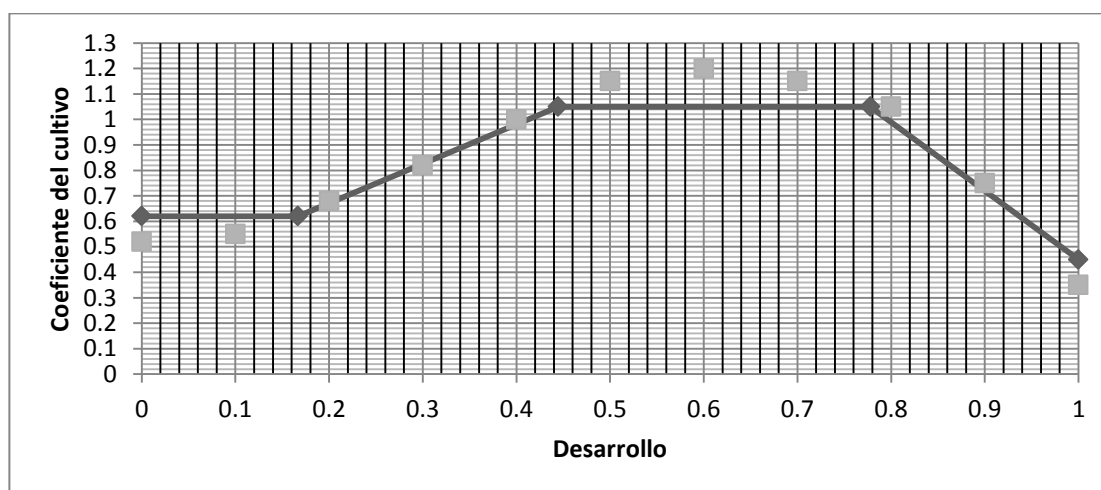


Figura 2.- Curvas de coeficiente de cultivo de maíz.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la curva de Kc para cada cultivo en cada grupo de estaciones se obtuvieron 10 puntos para suavizar la curva y obtener los modelos para representar los la curva matemáticamente Cuadro 2.

Cuadro 2.- Modelos matemáticos de Kc por grupo de estaciones agroclimáticas

Zona	Cultivo	Modelo	Coefficiente
1	Maíz	$y = -4.8232x^3 + 4.4376x^2 + 0.2129x + 0.505$	$R^2 = 0.9958$
2	Maíz	$y = -4.7145x^3 + 4.4493x^2 + 0.0875x + 0.55$	$R^2 = 0.9977$
3	Maíz	$y = -4.7533x^3 + 4.4225x^2 + 0.1640x + 0.5227$	$R^2 = 0.9959$
4	Maíz	$y = -4.6309x^3 + 4.2517x^2 + 0.1603x + 0.5862$	$R^2 = 0.9956$
5	Maíz	$y = -4.6737x^3 + 4.3298x^2 + 0.1200x + 0.6025$	$R^2 = 0.9951$
1	Frijol	$y = -3.5120x^3 + 2.6072x^2 + 0.8674x + 0.4932$	$R^2 = 0.9936$
2	Frijol	$y = -3.9375x^3 + 3.3094x^2 + 0.5791x + 0.5113$	$R^2 = 0.994$
3	Frijol	$y = -3.6791x^3 + 2.8590x^2 + 0.7698x + 0.519$	$R^2 = 0.993$
4	Frijol	$y = -3.9685x^3 + 3.3677x^2 + 0.5260x + 0.5442$	$R^2 = 0.9908$
5	Frijol	$y = -4.0035x^3 + 3.4120x^2 + 0.4932x + 0.5647$	$R^2 = 0.989$
1	Chile	$y = -3.5975x^3 + 3.0956x^2 + 0.4684x + 0.5117$	$R^2 = 0.9913$
2	Chile	$y = -3.6733x^3 + 3.2850x^2 + 0.3956x + 0.5262$	$R^2 = 0.9948$
3	Chile	$y = -3.5451x^3 + 3.0880x^2 + 0.4700x + 0.5345$	$R^2 = 0.9942$
4	Chile	$y = -3.5334x^3 + 3.1941x^2 + 0.3495x + 0.559$	$R^2 = 0.9979$
5	Chile	$y = -3.8209x^3 + 3.6684x^2 + 0.1483x + 0.5845$	$R^2 = 0.9987$

Serna y Zagbe (2012) reportaron volúmenes promedio de agua aplicados en tres años, en el cultivo de Chile de  $5010 \pm 821 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , Khahet *al.* (2007), determinaron un volumen total de  $5560 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  como el adecuado para obtener el mayor rendimiento comercial en riego por goteo. Calculando el volumen de agua con el uso de la metodología de balance de agua en el suelo para el año 2010 y utilizando el Kc con los modelos obtenidos se calculó un volumen de agua de  $6015 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

## CONCLUSIONES

Los modelos obtenidos presentaron un coeficiente de determinación muy aceptable para estimar el coeficiente de cultivo, además que dichos modelos facilitan el cálculo de los requerimientos hídricos de los cultivos, también se pueden generar algoritmos para hacer los cálculos computarizados y facilitar la codificación y optimización de los recursos del sistema de cómputo para realizar dichos cálculos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Opazo, C.; Ortega-Farías, S.; Fuentes, S. 2010. Effects of grapevine (*Vitisvinifera* L.) water status on water consumption, vegetative growth and grape quality: An irrigation scheduling application to achieve regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, v.97, p.956-964.
- Allen R.G., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. Paper 56.
- Allen, r; l.s. pereiras; d. raeks y m. Smith. 2006. Evapotranspiración del cultivo, 298pp., Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, Estudio FAO Riego y Drenaje, No. 56, Roma.
- Bonet C. P, Acea I. L, Brown O. M, Hernández M. V y Duarte C. D. 2010. Coeficientes de cultivo para la programación del riego de la piña *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 19, No. 3.
- John J. Arévalo-H1, Javier E. Vélez1 & Jesús H. Camacho-Tamayo1. 2013. Uso eficiente del agua para el cultivo de rosa cv. Freedom bajo invernadero *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.17, n.8, p.811–817.
- Khah E M, K Koukoufikis, A G Mavromatis, D Chachalis, C K Goulas .2007. The effect of different techniques on plant performance and seed quality in relation to fruit maturation and storage of different genotypes of pepper (*Capsicum annum* var. *annuum* L.). *J. Food Agric. Environ.* 5:159-163
- Medina G, A Ruíz. 2004. Estadísticas Climatológicas Básicas del Estado de Zacatecas (Período 1961 – 2003). SAGARPA-INIFAPCIRNOC- Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No. 3. 40 p.
- Olioso, A.; Ortega-Farías, S.; Valdés, H.; Antonioletti, R. 2005. Estimación de la evapotranspiración de tomate usando el modelo interacción suelo-vegetación-atmósfera (ISBA). *Agricultura Técnica Chile*, v.65, p.284 -294.
- SAS-Statistical Analysis System Institute. 2008. SAS statistic guide for personal computers. Carry: SAS.
- Serna A.P., y Zegbe J.A .2012. Rendimiento, Calidad De Fruto Y Eficiencia En El Uso Del Agua Del Chile 'Mirasol' Bajo Riego Deficitario *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 35 (Núm. Especial 5): 53 - 56, 2012 Pp 53-56
- UNESCO. 1979. "Map of the world distribution of arid regions", MAB. tech. Notes 7, UNESCO, Paris.



## **ECUACIONES DE DIÁMETRO-ALTURA DE *Pinuspseudostrobus* Lindl. EN UN BOSQUE MIXTO EN EL NORESTE DE MÉXICO**

**Rubio Camacho Ernesto Alonso\*<sup>1</sup>, González Tagle Marco Aurelio<sup>2</sup>, Chávez Durán Álvaro Agustín<sup>1</sup>, Jiménez Pérez Javier<sup>2</sup> y Alanís Rodríguez Eduardo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, C. P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México; <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.  
rubio.ernesto@inifap.gob.mx

### **INTRODUCCIÓN**

Los modelos de crecimiento y productividad, generalmente utilizados para predecir el desarrollo temporal de un bosque, constituyen una herramienta básica para el manejo forestal sustentable. El conocimiento del diámetro a la altura del pecho ( $d_{1.30}$ ) y la altura total de los árboles, son dos variables fundamentales para el desarrollo de modelos de crecimiento y productividad, además, con estas dos variables se puede caracterizar de manera general la estructura vertical y horizontal del bosque (Gadow *et al.*, 2007; Pretzsch, 2009).

El diámetro ( $d_{1.30}$ ) es una variable que puede ser tomada de manera fácil y rápida utilizando cintas diamétricas o forcípulas, no así la altura ( $h$ ), cuya medición es más compleja, requiere de mayor tiempo y por tanto incrementa los costos de inventario (Prodan *et al.*, 1997; Rohman de la Vega *et al.*, 1994). Sin embargo, la altura puede ser estimada a partir de relaciones alométricas, en este caso, se puede utilizar el diámetro para predecir la altura de un árbol. Es importante destacar, que la relación entre diámetro y altura, es también relacionada a la productividad de un área de ahí la importancia de hacer estudios regionales o locales, basados en este parámetro (Arias-Aguilar, 2012; Vanclay y Henry, 1988).

El presente estudio tiene los objetivos de (1) probar diferentes modelos para la predicción de altura a partir del diámetro en *Pinuspseudostrobus*, una de las especies más importantes, ecológica y de importancia económica en la región, en un bosque mixto de la sierra madre oriental y (2) generar una ecuación de predicción a partir del modelo seleccionado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El trabajo de investigación se llevó a cabo en el área del Campus Ecológico Iturbide, manejado por la Universidad autónoma de Nuevo León. El campus se encuentra ubicado a 15 km sureste de Iturbide en el estado de Nuevo León, México, entre las coordenadas 24°42'N y los 99°51'O (Himmelsbach, 2009) y cubre una superficie aproximada de 1035 ha con un rango altitudinal de entre los 1200 y los 1890 m. El área de muestreo está ubicada en la zona del bosque mixto (Figura 1).

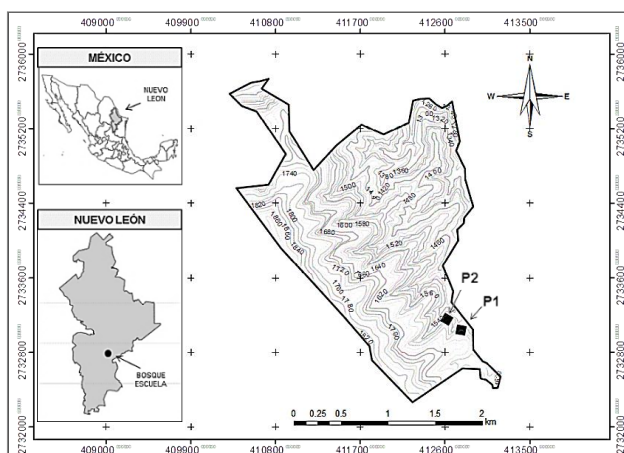


Figura 2. Ubicación del bosque escuela, en Iturbide, Nuevo León. Donde P=Parcela de 100x100m.

Para la recopilación de los datos de diámetro y altura se establecieron en dos parcelas de muestreo de 1 hectárea cada una, donde se midieron todos los árboles  $\geq 7.5$  cm de  $d_{1.30}$ , el diámetro se registró con forcípula y la altura con el VERTEX IV [® HAGLÖF SWEDEN AB] para asegurar la máxima precisión en el registro de la variable.

Selección de la especie. La importancia de esta especie, a nivel ecológico dentro del área de estudio, se determinó a través del índice de valores de importancia ecológica (Rubio-Camacho *et al.*, 2014). A nivel socioeconómico, esta especie es de gran importancia ya que tiene varios usos, como el de madera para aserrío, chapa, producción de resina y pulpa, entre otros (SIRE, 2014).

Los modelos de diámetro-altura. Las relaciones entre diámetro y altura generalmente se describen con modelos no lineales. Algunos de los más comunes son el de Chapman-Richards, Gompertz, Schumacher y Schreuder. A continuación se detallan las ecuaciones:

- (1). – *Función de Chapman – Richards*  $h = 1.3 + \alpha(1 - e^{(-\beta*d)})^\gamma$
- (2). – *Función de Schumacher*  $h = 1.3 + \alpha * e^{-\beta(1/d)}$
- (3). – *Función de Gompertz*  $h = 1.3 + \alpha * e^{(-e^{((-\gamma)*d-\beta)})}$
- (4). – *Función de Schreuder*  $h = 1.3 + \alpha * e^{-\beta(1/d)}$

Donde

h= altura del árbol; 1.3 es la adecuación del diámetro a la altura de 1.30 cm;  $\alpha, \beta, \gamma$  son los parámetros de la función a estimar

Análisis de la información. Se probaron los modelos anteriormente descritos para *Pinuspseudostrobus* mediante el procedimiento de los modelos no lineales (NLIN) en el SAS. Para la comparación entre los modelos se utilizó el cuadrado medio del error y el coeficiente de determinación para modelos no lineales.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos promedio. Para la prueba de los modelos se utilizaron 1135 árboles de *P. pseudostrobus* distribuidos en las dos hectáreas muestreadas (Figura 3). El promedio del diámetro fue de 11.6 cm (min=2.5 y máx=61 cm), mientras que la altura registró un promedio de 6.6 m (min= 1.5 y máx= 25.4 m). Las distribuciones de los datos se inclinan hacia las categorías menores, es decir, los árboles más pequeños son los más numerosos.

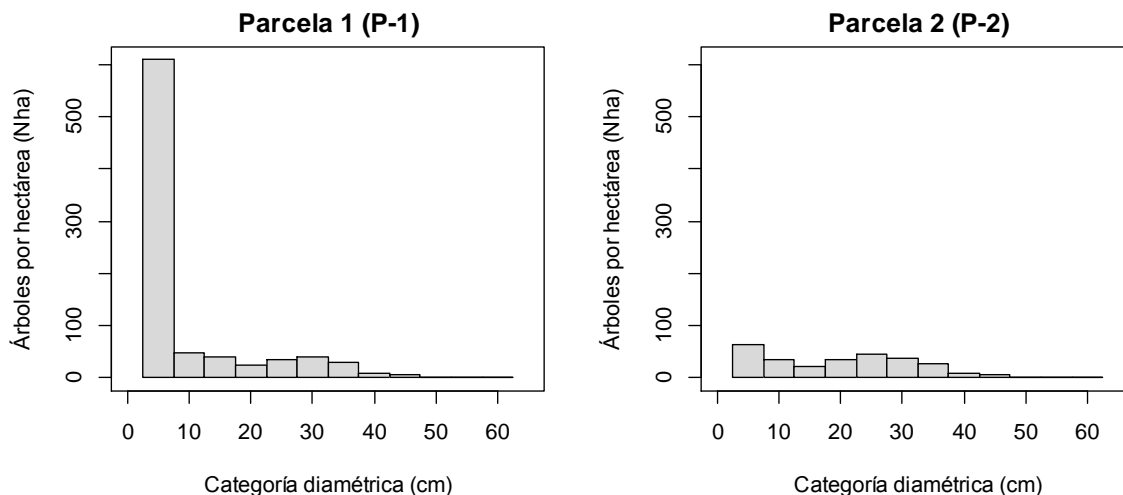


Figura 3. Distribuciones diamétricas por parcela en el área de estudio

Prueba de los modelos. En el

Cuadro 3 se muestran las características de los modelos probados. El modelo con los mejores ajustes es el de Chapman-Richards, ya que presenta los mayores valores en coeficiente de

determinación R<sup>2</sup>, y los menores valores en el cuadrado medio del error. El modelo que le sigue es el de Gompertz, Schumacher y por último de el de Schreuder.

Cuadro 3. Estadísticos y parámetros de los modelos evaluados

Función	R <sup>2</sup> <sub>nlín</sub>	CME	%CME	Parámetros		
				b0	b1	b2
Chapman-Richards	0.924	1.99	21	16.83	0.06	1.31
Gompertz	0.916	2.18	22	14.42	0.12	9.96
Schumacher	0.914	2.24	23	16.99	9.00	-
Schreuder	0.909	2.38	23	0.79	0.82	-

Con estos parámetros se puede elegir el modelo que más se ajuste a las necesidades ya que todos muestran buenos niveles de predicción de asociación entre las variables de diámetro y altura, sin embargo, la función de mejor ajuste fue la de Chapman-Richards y su modelo queda de la siguiente manera:

$$\text{Modelo de Chapman – Richards} \quad h = 1.3 + 16.83(1 - e^{(-0.06*d)})^{1.31}$$

Análisis gráfico. Otra forma de analizar los modelos es mediante las gráficas de los datos observados y los predichos con los modelos. En la Figura 4, se puede observar los gráficos resultantes de los cuatro modelos probados, el modelo de Chapman-Richards muestra un buen ajuste a los datos observados solo que al final, la curva de los datos predichos, se tiende a alejar de la dispersión de los datos observados. Los modelos de Gompertz y Schumacher presentan buenos ajustes con los datos cercanos al origen, aunque, la inclinación de la curva aleja de la dispersión de los datos observados. Por último, el modelo de Shereuder, aunque es el que presenta los menores valores de R<sup>2</sup> y el mayor CME, gráficamente se observa un buen ajuste a la dispersión de los datos.

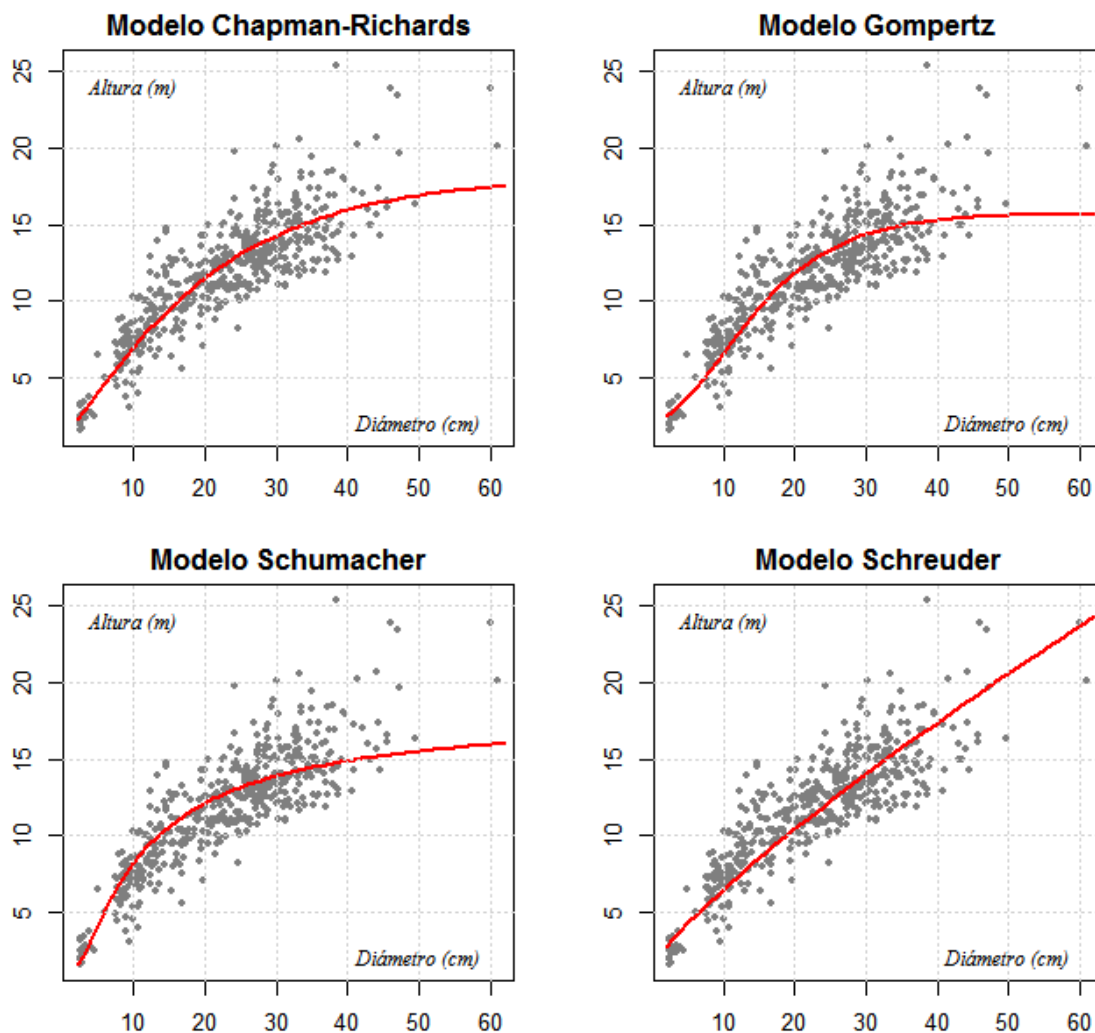


Figura 4. Gráficos de los datos observados vs los datos predichos

## CONCLUSIONES

Se probaron los cuatro modelos para la predicción del diámetro a partir de la altura, de los cuales se destacan las siguientes conclusiones:

Los cuatro modelos se ajustan analítica y gráficamente a la distribución de los datos observados

El modelo con los mejores ajustes de manera analítica es de Chapman-Richards

El modelo que presenta un mejor ajuste de manera gráfica es el de Shreuder, y aunque es el que tiene el CME más alto, se podría utilizar para predecir la altura porque 1) muestra buenos ajustes 0.91 de  $R^2$  y CME 2.4, 2) gráficamente se ajusta adecuadamente a los datos observados y 3) es el modelo más simple de utilizar.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias-Aguilar, D., 2012. Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica. *Rev. For. Mesoam. Kurú* 1, pág. 33-43.
- Gadow, K., Sánchez, O.S., Álvarez, G.J.G., 2007. Estructura y crecimiento del bosque.
- Himmelsbach, W., 2009. Caracterización de Bosques Mixtos de Pino-Encino en la Sierra Madre Oriental en México Considerando el Factor Limitante Hídrico. Nuevo León, México.
- Pretzsch, H., 2009. *Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model*. Springer.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P., 1997. *Mensura forestal, Serie de investigación y educación en desarrollo sostenible*. GTZ/IICA-Agroamerica, San José, Costa Rica.
- Rohman de la Vega, C.F., Ramírez-Maldonado, H., Treviño-García, J.L., 1994. *Dendrometría*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Rubio-Camacho, E.A., González-Tagle, M.A., Jiménez-Pérez, J., Alanís-Rodríguez, E., Ávila-Flores, D.Y., 2014. Diversidad y Distribución Vertical de Especies mediante el índice de Pretzsch. *Cienc. UANL Enero-Febr*, 103-110.
- SIRE, 2014. *Pinus pseudostrobus* Lindl. var *pseudostrobus*.
- Vanclay, J.K., Henry, N.B., 1988. Assessing site productivity of indigenous cypress pine forest in Southern Queensland. *Commonw. For. Rev.* 67, 53-64.

## **EVALUACIÓN DE LA CARGA DE COMBUSTIBLES SUPERFICIALES (NECROMASA), EN UN BOSQUE DE PINO-ENCINO EN EL NORESTE DE MÉXICO**

**Rubio Camacho Ernesto Alonso\*<sup>1</sup>, González Tagle Marco Aurelio<sup>2</sup>, Chávez Durán Álvaro Agustín<sup>1</sup>, Jiménez Pérez Javier<sup>2</sup> y Alanís Rodríguez Eduardo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, C. P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México; <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.

[rubio.ernesto@inifap.gob.mx](mailto:rubio.ernesto@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

El manejo del material orgánico muerto (necromasa) superficial en los bosques es de gran importancia, no solo desde el punto de vista de los incendios forestales, sino también para la cuantificación del carbono forestal. Para los incendios forestales representan parte del material combustible, cuya carga es determinante para el comportamiento de los incendios forestales (Agee, 1993; Pyne *et al.*, 1996; Rodríguez-Trejo, 1996). En el caso del carbono forestal, también es un componente importante del pool carbono total en el bosque (Ravindranath y Ostwald, 2008).

Los combustibles forestales se pueden clasificar de manera muy general en: *combustibles superficiales*, como la capa de fermentación (HF), capa de hojarasca (HO), material leñoso caído (MLC), hierbas y arbustos; *combustibles de escalera*, consisten en pequeños árboles y arbustos vivos o muertos ubicados por encima de los combustibles superficiales y *combustibles de copa*, consisten en combustibles finos vivos o muertos ubicados en las copas de los árboles (Riccardi *et al.*, 2007; Sandberg *et al.*, 2007).

Las características físicas como la carga, arreglo espacial, profundidad, altura y densidad de los combustibles, influyen en la intensidad, tamaño y duración de los incendios (Agee, 1993; Pyne *et al.*, 1996; Riccardi *et al.*, 2007; Whelan, 1995). Identificar y cuantificar dichas características es indispensable para el entendimiento del comportamiento del fuego en un ambiente dado (Pyne *et al.*, 1996).

En el presente estudio se caracterizaron las cargas de combustibles superficiales, correspondientes a la necromasa, en un bosque de pino-encino en Nuevo León, México. Se llevó a cabo la cuantificación del material leñoso caído (MLC), la hojarasca (HO) y capa de fermentación (HF) en dos rodales distintos, con los objetivos de 1) cuantificar la carga de necromasa y 2) comparar las cargas de combustibles muertos entre los dos rodales, cuyo factor de comparación es la presencia de incendio "reciente" en uno de ellos. Las hipótesis de partida fueron 1) las cargas de combustibles son similares en ecosistemas parecidos (bosques de pino

y pino-encino) en México, y 2) la carga de combustibles será menor en el rodal con rastros de incendios.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El trabajo de investigación se llevó a cabo en el área del Campus Ecológico Iturbide, manejado por la Universidad autónoma de Nuevo León. El campus se encuentra ubicado a 15 km sureste de Iturbide en el estado de Nuevo León, México, entre las coordenadas 24°42'N y los 99°51'O (Himmelsbach, 2009) y cubre una superficie aproximada de 1035 ha con un rango altitudinal de entre los 1200 y los 1890 m (Figura 1).

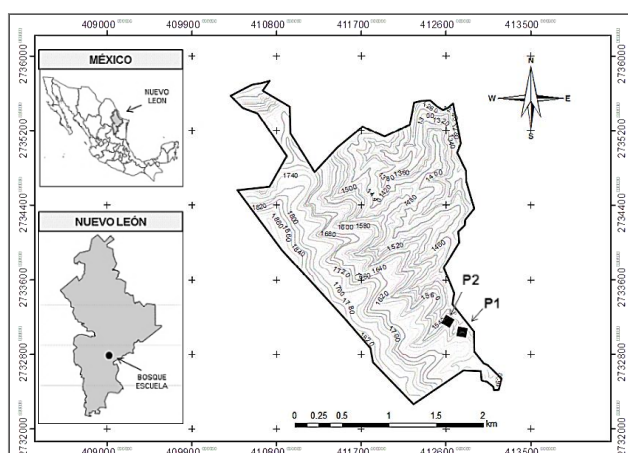


Figura 5. Ubicación del bosque escuela, en Iturbide, Nuevo León. Donde P=Parcela de 100x100m.

El muestreo se llevó a cabo en dos rodales con condiciones fisiográficas similares (P1 y P2), sin embargo, en uno de ellos se detectaron rastros de incendios (P1) como cortezas carbonizadas en árboles maduros, esto se tomó como factor de comparación en el estudio, es decir, área quemada (P1) vs no quemada (P2), con la finalidad de probar si efectivamente existían diferencias entre los rodales.

Muestreo de combustibles. Para el muestreo de los combustibles forestales se utilizó una adaptación al método de intersecciones planares propuesto por Brown (1974), en el que se utiliza una clasificación de las piezas leñosas, basada en su tiempo de retardo, esto es, cuanto tiempo tarda una pieza leñosa en ganar o perder 2/3 partes de su humedad ante un cambio en el ambiente. Con base en esta clasificación las piezas leñosas se agrupan en categorías diamétricas, quedando como: combustibles de 1 hora de retardo (de 0 a 0.6 cm de diámetro), de 10 hr (0.6-2.5 cm), de 100 hr (2.5-7.6 cm) y de 1000 hr (<7.5 cm).



La técnica de intersecciones planares consiste en ubicar una línea recta de muestreo por encima del piso forestal y contar todas las piezas de MLC que la atreviesen. Para el presente estudio se establecieron 50 líneas de muestreo, 25 en cada parcela, cada línea tiene una longitud total de 15 m; las piezas de MLC se registraron a diferentes longitudes dependiendo de su tiempo de retardo, las de 1 y 10 horas se midieron en 2 metros, los de 100 horas se registraron en 4 metros y los combustibles de 1000 horas se contabilizaron en toda la línea de muestreo (15 m), además, se les tomó el diámetro y se determinó si eran firmes (1000F) o descompuestos (1000D).

Las capas de HO y HF se muestrearon en cuadros de 30x30 cm. Se estableció un cuadro por línea, es decir, 50 cuadros en total, en cada uno se colectó la capa HO y HF. Las muestras se llevaron al laboratorio donde se colocaron en una estufa a 90°C hasta que alcanzaron un peso constante, aproximadamente cuatro días.

Análisis de la información. La carga de combustibles se expresa en megagramos por hectárea ( $\text{Mgha}^{-1}$ ). Sin embargo, se utilizan diferentes fórmulas para la estimación por componente, para el material leñoso caído se utilizan las fórmulas descritas por Van Wagner (1982) y Morfin-Ríos *et al.* (2012), y para la determinación de las cargas hojarasca se utiliza una extrapolación a hectárea del cuadro de 30x30 cm. A continuación se describen las fórmulas para el cálculo de MLC.

$$C_{1000hr} = \frac{(k)GE \sum DC (c)}{L} \quad C_{1,10,100hr} = \frac{(k)GE \sum DCP f (c)}{L}$$

Donde: C= Carga de combustible ( $\text{Mgha}^{-1}$ );  $k$  = constante [1.234]; DC= diámetro elevado al cuadrado; DCP= diámetro elevado al cuadrado en promedio cm (para los de 1, 10 y 100 hr); GE= Gravedad o densidad específica ( $\text{g cm}^{-2}$ );  $c$ = factor de corrección de pendiente,  $c = \sqrt{1 + (\%pendiente/100)^2}$  y L= Longitud del transecto (m).

Comparación entre parcelas. Para el análisis estadístico en el presente estudio se utilizó la prueba no paramétrica Mann-Whitney-Wilcoxon (Zar, 2010). Como los datos no vienen de una distribución normal (KS-no significativo) se procedió a realizar la prueba de suma de rangos de Wilcoxon (alternativa no paramétrica para la prueba de t) para dos muestras independientes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cargas de combustibles. Para la P1 se obtuvo un total de  $36.6 \text{ Mgha}^{-1}$  de biomasa, compuesta por los combustibles de 1hr ( $0.96 \text{ Mgha}^{-1}$ ), de 10hr ( $6.81 \text{ Mgha}^{-1}$ ), los de 100hr ( $3.93 \text{ Mgha}^{-1}$ ), los de 1000F con  $2.75 \text{ Mgha}^{-1}$  y los de 1000D con  $1.33 \text{ Mgha}^{-1}$ , además, las capas de HO y HF con  $8.52$  y  $12.25 \text{ Mgha}^{-1}$  respectivamente.

Para la P2 se registró un total de  $49.6 \text{ Mgha}^{-1}$  de necromasa. Los combustibles de 1hr registraron  $0.74 \text{ Mgha}^{-1}$ , los de 10hr  $5.05 \text{ Mgha}^{-1}$ , 100hr ( $46.54 \text{ Mgha}^{-1}$ ), 1000F ( $1.99 \text{ Mgha}^{-1}$ ), 1000D ( $3.39 \text{ Mgha}^{-1}$ ), HO ( $8.64 \text{ Mgha}^{-1}$ ) y HF con  $23.26 \text{ Mgha}^{-1}$ .

Estas cargas de combustibles se pueden considerar en un rango intermedio cuando se comparan con otros estudios. En el trabajo de Xelhuantzi-Carmona *et al.* (2012) muestran un máximo de  $23 \text{ Mgha}^{-1}$ . Por otro lado los estudios llevados a cabo por Morfin-Ríos *et al.* (2007) en algunos sitios se registró alrededor de  $80 \text{ Mgha}^{-1}$ .

Comparación entre parcelas. De la comparación entre las parcelas solo se registraron diferencias estadísticamente significativas en la capa de fermentación ( $p < 0.001$ ). La comparación entre las otras variables no arrojó dichas diferencias, sin embargo, este resultado soporta la hipótesis de que la mayor carga de combustibles se encuentra en el rodal que no tiene rastros de incendios (P2), debido a que los incendios superficiales ayudan a la disminución de las cargas de combustibles (Agee, 1993; Jardel-Peláez, 2010; Rodríguez-Trejo, 1996).

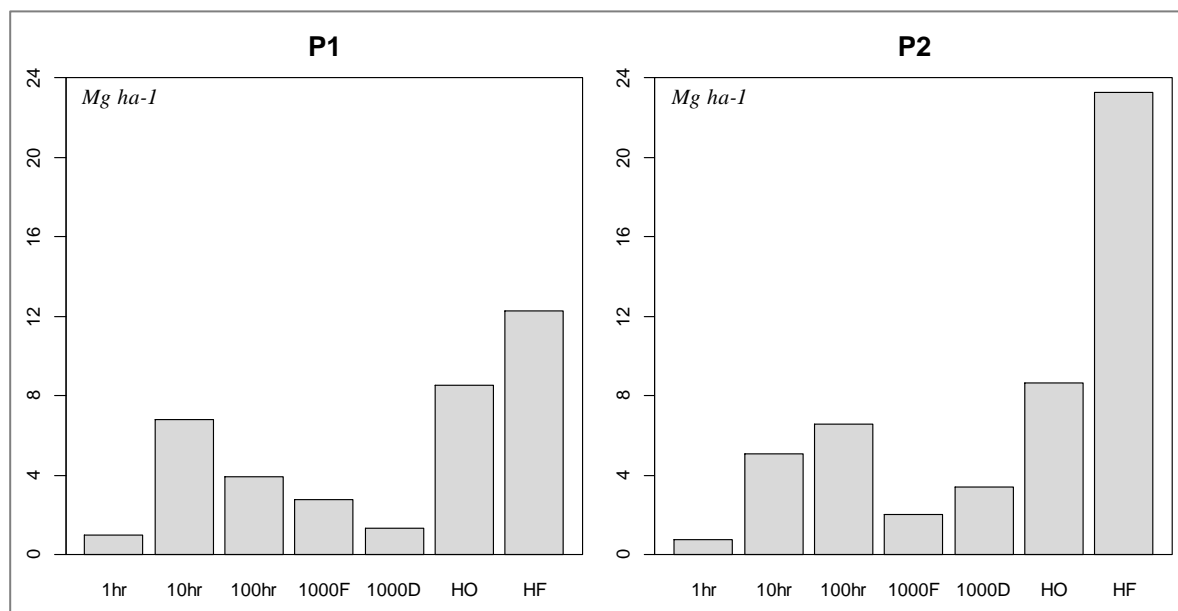


Figura 6. Distribución de las cargas de combustibles ( $\text{Mgha}^{-1}$ ) por componente, en el área de estudio.

## CONCLUSIONES

De los resultados del estudio sobre el análisis de las cargas de combustibles en el bosque de pino-encino se puede concluir lo siguiente.

- En general las cargas de combustibles se muestran en un rango intermedio, si se les compara con otros estudios.
- La carga de HF es la que muestra las diferencias estadísticamente significativas.
- La parcela con evidencias de incendios es la que presentó las menores cargas de combustibles.

El área de estudio, a pesar de estar bajo protección, es propensa a los incendios forestales, por lo que es necesaria la implementación de un programa de manejo integral del fuego en el que se especifiquen las acciones necesarias para el manejo de los combustibles forestales y disminuir el riesgo de incendios más extensos y severos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Agee, J.K., 1993. Fire ecology of pacific northwest forests. Island Press, Washington D.C.
- Himmelsbach, W., 2009. Caracterización de Bosques Mixtos de Pino-Encino en la Sierra Madre Oriental en México Considerando el Factor Limitante Hídrico. Nuevo León, México.
- Jardel-Peláez, E.J., 2010. Planificación del manejo del fuego.
- Morfin-Ríos, J.E., Alvarado-Celestino, E., Jardel-Peláez, E.J., Vihnanek, R.E., Wright, D.K., Michel-Fuentes, J.M., Wright, C.S., Ottmar, R.D., Sandberg, D.G., Nájera-Díaz, A., 2007. Fotoseries para la Cuantificación de Combustibles Forestales de México: Bosques Montanos Subtropicales de la Sierra Madre del Sur y Bosques Templados y Matorral Submontano del Norte de la Sierra Madre Oriental. Portland, OR: U.S.
- Morfin-Ríos, J.E., Jardel-Peláez, E.J., Alvarado-Celestino, E., Michel-Fuentes, J.M., 2012. Caracterización y cuantificación de combustibles forestales. Comisión Nacional Forestal-Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
- Pyne, S.J., Andrews, P.L., Laven, R.D., 1996. Introduction to Wildland Fire, 2 edition. ed. Wiley, New York.
- Ravindranath, N.H., Ostwald, M., 2008. Carbon Inventory Methods: Handbook for Greenhouse Gas Inventory, Carbon Mitigation and Roundwood Production Projects. Springer Science & Business Media.
- Riccardi, C.L., Ottmar, R.D., Sandberg, D. V, Andreu, A., Elman, E., Kopper, K., Long, J., 2007. The fuelbed: a key element of the Fuel Characteristic Classification System. Can. J. For. Res. 37, 2394-2412. doi:10.1139/X07-143
- Rodríguez-Trejo, D.A., 1996. Incendios forestales. Universidad Autónoma de Chapingo, Mundi-Prensa.
- Sandberg, D.V., Ottmar, R.D., Cushon, G.H., 2007. Characterizing Fuels in the 21st Century. Int. J. Wildl. Fire. 10, 381-387.
- Van Wagner, C.E., 1982. Practical aspects of the line intersect method. Chalk River, Ontario, Canada.
- Whelan, R.J., 1995. The Ecology of Fire. Cambridge University Press.
- Xelhuantzi-Carmona, J., Flores-Garnica, J.G., Chávez-Durán, Á.A., 2012. Análisis comparativo de cargas de combustibles en ecosistemas forestales afectados por incendios. Rev. Mex. Ciencias For. 2.
- Zar, J.H., 2010. Biostatistical analysis, 5ta ed. Prentice Hall, New Jersey.

## PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN CANOLA CON RIEGO POR GOTEO Y DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN

Anaya S. A.\*<sup>1</sup>, Núñez H. G.<sup>1</sup>, Cruz Ch. J. J. <sup>1</sup>, Figueroa V. U. <sup>1</sup>, Faz C. R.<sup>1</sup>, Reta S. D. G. <sup>1</sup>, Estrada A. J. <sup>2</sup>, Herrera G. C. I.<sup>3</sup>, Serrato M. H. A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna, <sup>2</sup> CENID RASPA INIFAP, <sup>3</sup> Alumno Tesista del Doctorado en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Agropecuarios, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, <sup>4</sup> M. C. de Apoyo al desarrollo de la investigación [anaya.antonio@inifap.gob.mx](mailto:anaya.antonio@inifap.gob.mx)

### INTODUCCIÓN

La baja disponibilidad del agua en regiones áridas es un resultado de condiciones naturales en las cuales se genera cantidades bajas de agua renovable. En México el 4.8% del agua de lluvia se infiltra para recargar los acuíferos (CNA, 2010) y para la producción de alimentos la agricultura utiliza el 76.6 % del agua disponible (FAO, 2008), generando la necesidad de un uso eficiente del recurso agua. Las actividades de riego requieren ser realizadas con el objetivo de la productividad del agua debido a las condiciones de escasez mencionadas. El enfoque de un mayor uso eficiente del agua de riego orienta los estudios en aspectos como: eficiencia de aplicación del agua de riego, eficiencia del uso del agua por la planta y la medición de la respuesta de las plantas a riegos deficitarios. La eficiencia en la aplicación del agua de riego ha llevado a la ingeniería de riego al desarrollo y medición de sistemas con aplicación de agua en forma localizada como lo es el riego por goteo (Jonghan *et al.*, 2009). Con el objetivo de tener menores pérdidas por evaporación se ha probado el goteo de forma sub-superficial teniendo buenos resultados (Montemayor *et al.*, 2006). En relación a la eficiencia del uso del agua por la planta, la disponibilidad de agua para el cultivo es uno de los factores que influye directamente en las variables de producción (Kozłowski, 1972; Taylor *et al.*, 1983). La eficiencia de las especies forrajeras en el uso del agua en la producción de biomasa es diferente. Núñez *et al.* (2014) indica que este componente es afectado positivamente con un buen manejo agronómico y nutrición vegetal (Figueroa *et al.*, 2009). El déficit de humedad afecta negativamente la turgencia de las células teniendo como resultado menor producción del cultivo (Jonghan *et al.*, 2009). En el estudio de la evolución de riegos deficitarios se ha trabajado con diferentes porcentajes de  $E_v$  (Cruz y Núñez, 2012). Otros trabajos relacionados con la aplicación de este tipo de riego muestran que se pueden obtener altos rendimientos y buenos valores de eficiencia del uso del agua en los cultivos (Kang *et al.*, 2002). Un buen manejo del riego debe lograr optimizar la producción de los cultivos al minimizar el daño causado por el estrés durante su desarrollo (Stone *et al.*, 2001), sin embargo, aplicar una alta tasa de agua puede eliminar el estrés hídrico

del cultivo, pero también reducirá la eficiencia del riego utilizada por el cultivo (Morad *et al.*, 2009). Investigaciones muestran que los rendimientos de los cultivos disminuyen al reducir la lámina de riego aplicada, (Karamet *al.* 2003). El sistema de riego por goteo ha mostrado ser más eficiente que otros sistemas actuales, siendo una buena opción para tener un mayor uso eficiente del agua de riego (UEAR)(Rivera, 2012), al respecto se reportan incrementos de rendimiento y mayor eficiencia en el uso del agua encontrados para alfalfa (Godoy *et al.*, 2004; Montemayor *et al.*, 2006) y maíz forrajero (Montemayor *et al.*, 2004 y Olagueet *al.*, 2006). La nutrición de la planta es otro componente que influye en el desarrollo y producción, los fertilizantes químicos son una opción para algunos elementos que en función a las fuentes fertilizantes tienen diferente respuesta en la eficiencia de la utilización de los elementos por la planta (Figuroa *et al.*, 2009), por otra parte la asociación de microorganismos (*Azospirillum brasilense*, hongos ectomicorrizicos y endomicorrizicos) en la raíz de la planta ayuda con la asimilación de los nutrientes facilitando la disponibilidad de los elementos para tener mejor eficiencia en la utilización de fuentes de nutrición (Holguin *et al.*, 2001). La combinación de un sistema eficiente en la aplicación de agua de riego y diferentes fuentes de nutrición para la planta pueden generar una mejor respuesta de las variables de producción para obtener valores convenientes de UEAR.

En el objetivo del presente ensayo es evaluar un cultivo forrajero de invierno alternativo (canola), con riego por goteo subsuperficial y diferentes fuentes de fertilización.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este trabajo fue establecido en el Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y pecuarias en las instalaciones del Campo Experimental la Laguna, ubicado en Matamoros Coahuila, México, durante el ciclo otoño invierno 2013-2014; a una altitud de 1150 msnm, entre los paralelos 25° 32' de latitud norte y los meridianos 103° 14' de longitud oeste. La siembra se realizó en seco en un suelo de textura arcillosa. Se utilizó el híbrido 'Hyola-401 F1' a una densidad de siembra de 15.5 kg ha<sup>-1</sup>. El riego de establecimiento se aplicó el 27 de noviembre de 2014. Se utilizó como líneas regantes cinta de goteo marca Ro-Drip con un espesor de pared de 0.200 mm, diámetro interior de 16 mm, con goteros espaciados a 20 cm y un gasto de 5 L h<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup> a una presión de operación de 8 PSI. El espaciamiento entre líneas regantes fue de 0.76 m, instaladas a 0.36 m de profundidad del suelo.

Con base en el análisis de las características químicas de: nitratos (método de Kjeldahl), fósforo (método de AS-11, NOM-021-SEMARNAT-2000), previo a la siembra, se establecieron tres tratamientos con diferentes fuentes de fertilización: química (150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y 60 kg

ha<sup>-1</sup>de fosforo), biofertilización (*Azospirillum brasilense*, hongos ectomicorrizicos y endomicorrizicos, y carbono orgánico oxidables y 60 kg ha<sup>-1</sup>de fosforo) y el testigo. La fuente de nitrógeno fue sulfato de amonio y para fosforo se utilizó MAP. La fertilización química se aplicó con el sistema de riego. En el caso de la biofertilización se realizó previo a la siembra la inoculación de la semilla utilizando como adherente una solución de agua con azúcar (Holguin *et al.*, 2001). Los tratamientos se distribuyeron de manera aleatoria en el campo, en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela o unidad experimental tuvo una superficie de 24 m<sup>2</sup>. La frecuencia de riego fue de tres veces por semana. Al momento de la cosecha a los 90 días (inicio de crecimiento de vainas) se tomaron datos de altura de planta, número de plantas, estimando el rendimiento de forraje verde (RFV). Se tomó una muestra de un kg para secar en estufa de aire forzado a 60°C hasta obtener un peso constante con lo cual se determinó el porcentaje de materia seca (%MS), para determinar rendimiento de materia seca. La eficiencia en el uso del agua de riego (EUAR) (kg MS m<sup>-3</sup>) se obtuvo con el rendimiento de forraje seco RFV (kg MS) y el volumen de agua aplicado (m<sup>3</sup>). Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS 9.2 para realizar un ANOVA prueba de medias con una DMS al 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra las variables de producción para cada uno de los tratamientos. La variable de altura presentó valores de 126.75 cm hasta 138.15 cm. El tratamiento 1 (F.Q) presentó el valor más alto, mientras que con el tratamiento 3 (t) se obtuvo el valor más bajo. Este tratamiento 3 fue estadísticamente similar al tratamiento 2 (BF).

Los valores encontrados en el ensayo fueron ligeramente superiores a los encontrados por Cruz y Núñez (2012) que obtuvo valores de 110 cm en su trabajo, en el cual se tuvo diferente fecha de siembra, puede explicar la diferencia señalada entre trabajos.

Las variables de rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca, rendimiento de forraje seco y uso eficiente del agua de riego no presentaron diferencias significativas para ( $f=0.05$ ), entre tratamientos.

El valor reportado de EUAR (2.33 kg MS m<sup>-3</sup>) por Cruz y Núñez (2012), donde probó diferentes porcentajes de Et<sub>c</sub>, es ligeramente superior a los obtenidos en este ensayo (2.17 kg MS m<sup>-3</sup>) comparando el tratamiento con la lámina similar a la utilizada en este ensayo (38 cm).

Cuadro 1. Rendimientos y características agronómicas.

Tratamiento	Altura de Planta (cm)	RFV (t ha <sup>-1</sup> )	% MS	RFS (t ha <sup>-1</sup> )	EUAR (kg MS m <sup>-3</sup> )
F. Q.	138.15 a	94.00	8.78	8.23	2.17

Biofertilización.	128.95 b	93.45	8.25	7.73	2.00
Testigo	126.75 b	83.4	8.65	7.20	1.91

El cuadro 2 muestra el calendario de aplicación de nitrógeno por tratamiento en días después de la siembra (dds). En los tratamientos 2 y 3 no se dispuso de nutrientes aplicados al inicio del ciclo de cultivo. El tratamiento 2 es diferente del tratamiento 3 en que la semilla se inoculó con un producto a base de microorganismos (Díaz *et al.*, 2006) que se asocian con la raíz del cultivo. El tratamiento 1 tuvo una aplicación de nitrógeno en función de los requerimientos de acuerdo a la etapa de desarrollo. En el periodo de la siembra a los 42 días se aplicó el 10% de la dosis, en este periodo la planta se encuentra en desarrollo inicial por lo tanto requiere una cantidad baja de nitrógeno. En el periodo 43 a 70 dds se aplicó el 50%, en este periodo la planta se encuentra en pleno desarrollo generando parte del follaje sus requerimientos de nitrógeno son mayores. En el periodo de los 71 dds a los 80 dds la planta genera follaje, flores y vainas y requiere una buena cantidad de nitrógeno por lo que se le aplicó 40 %.

Cuadro 2. Cantidad de nitrógeno aplicada en kg ha<sup>-1</sup>

Tratamiento	0-42 dds	43-70 dds	71-80 dds
F. Q.	15	75	60
Biofertilización.	0	0	0
Testigo	0	0	0

## CONCLUSIONES

El tratamiento con fertilización química presentó los mejores valores para la altura de planta. La Biofertilización a base de *Azospirillum brasilense*, hongos *ectomicorrizicos* y *endomycorrizicos* la cual realizó una asociación de la raíz y estos microorganismos para poder asimilar de una forma más eficiente los nutrientes residuales en el suelo. En la cual se tuvo una mejor producción que el tratamiento testigo. Si se persigue un objetivo en el sentido productividad de nutrientes (costos y producción) es conveniente analizar esta opción. En trabajos posteriores se puede considerar la combinación de fertilización química y la utilización de estos microorganismos.

La inoculación de la semilla con estos microorganismos tienen un efecto positivo en la asimilación de nutrientes por la planta y por lo tanto un incremento en la producción de acuerdo a los resultados encontrados en el trabajo.

Agradecimientos. Este trabajo forma parte de las actividades realizadas en los proyectos: "Mejoramiento de los procesos de producción de forrajes con riego de presa y noria para ganado lechero en la comarca lagunera" y "Manejo integral de excretas en los sistemas de producción forraje-leche, para reducir costos de fertilización y aumentar la productividad de forrajes". Financiado por la Fundación Produce Coahuila A.C.

## BIBLIOGRAFIA

- CNA, 2010. Comisión Nacional del Agua. 2011. Estrategia del sector Hidráulico, Estadísticas del agua en México.
- Cruz Ch.J.J. Y Núñez H.G, 2012. Efecto del agua aplicada en el rendimiento y eficiencia del Uso del agua en canola, Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED: 618-622.
- Díaz F. A. y Ortegón S. A. M., 2006, Efecto de inoculación con *azospirillumbrasilense* fertilización química en el crecimiento y rendimiento de canola (*Brassic napus*) *Revista Fitotecnica Mexicana*, enero-marzo, año/vol. 29, número1 Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México pp. 63-67
- FAO, 2008. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2008. Biocombustible: Perspectiva, riesgos y oportunidades. Colección FAO. ROMA.
- Figueroa V. U., Núñez H. G., Delgado J.A., Cueto W. J.A., Flores M. J.P. 2009. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en la Comarca lagunera. En: Agricultura orgánica. 2da Edición. pp 130-149.
- Godoy A., C e I.J. Reyes. 2004. Fertirriego en alfalfa. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 212-216 pp.
- Holguin G., Glick R. Z. B., 2001. Expression of the ACC Deaminase Gene from *Enterobacter cloacae* UW4 in *Azospirillumbrasilense*, *Microbial Ecology* Springer-Verlag, volumen 41 pp. 281-288.
- Jonghan K. A y Piccinni G. B., 2009. Corn yield responses under crop evapotranspiration- irrigation management based, agricultural water management, volume 96 issue 5 pp. 799-808.
- Kang, S.Z., Y. L. Zhang L., X. T. Hu, J. Cai, H., J. Gu, B. 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the loess Plateau of China. *Agric. Water Manage.*55:203-216.
- Karam, F., J. Breidy, G. Stephan, J. Rouphael, 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekka Valley of Lebanon. *Agric. Water Manage.* 63 (2), 125-137.
- Kozlowski, T.T. (Ed.), 1972. *Water Deficits and Plant Growth*. Academic Press, New York.
- Montemayor T., J. A., A. O. Gómez M. y J. Olague R. 2004. Adopción del riego por goteo subsuperficial para maíz forrajero en la Comarca Lagunera. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 534-538 pp.
- Montemayor T., J. A., H. Aguirre A., M. Fortis H., J. Olague R., J. C. Rodríguez R. J. A. Chavira G., R.. 2006. Uso del agua en la alfalfa con riego subsuperficial II. Memoria de la XVIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 168-173 pp.
- Morad, H. A., M. Ali E., S. Beecham. 2009. The effects of irrigation methods with effluent and irrigation scheduling on water use efficiency and corn yields in an arid region. *agricultural water management*, volumen 96 pp 93-99.
- Núñez H.G, Anaya S. A., Figueroa V. U., Reta S. D.G., Faz C. R., 2014. Alternativas de forrajes para ganado lechero, sector agricultura y ganadería año 3, pp. 29-32.
- Olague R.,J., J.A. Montemayor T., S. R. Bravo S., M. Fortis H., R. A. Aldaco N., E. Ruíz C. 2006. Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego subsuperficial. *Técnica Pecuaria*. 44(3): 351-357.
- Rivera G. M., Palomo R. M., Anaya S. A., Reyes G. A. y Martínez R. J. G., 2013. Función de producción hídrica para maíz forrajero (zeamays l.) En riego por goteo subsuperficial, AGROFAZ, volumen 13 número 1, pp. 17-22.



- SEMARNAT (1996). Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996. Norma oficial mexicana nom-021-semarnat-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación. México.
- Stone, P.J., R. Wilson D., D. Jamieson P., N. Gillespie R. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. Aust.J. Agric.Res. 52, 115-126.
- Taylor, H.M., Jordan, W.R., Sinclair, T.R., 1983. Limitation to Efficient Water Use in Crop Production. ASA-CSSA-SSSA, Inc., Madison, WI.

## PRODUCCIÓN Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN TRITICALE CON RIEGO POR GOTEO Y DIFERENTES FUENTES DE FERTILIZACIÓN

Anaya S. A.\*<sup>1</sup>, Núñez H. G.<sup>1</sup>, Cruz Ch. J. J.<sup>1</sup>, Figueroa V.U.<sup>1</sup>, Faz C.R.<sup>1</sup>, Herrera G. C. I.<sup>2</sup>, Delgado R. G.<sup>3</sup>, Serrato M. H. A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INIFAP CIRNOC C.E. La Laguna, <sup>2</sup> Alumno Tesista del Doctorado en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Agropecuarios, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, <sup>3</sup> CENID RASPA INIFAP, <sup>4</sup> M. C. de Apoyo al desarrollo de la investigación [anaya.antonio@inifap.gob.mx](mailto:anaya.antonio@inifap.gob.mx)

### INTODUCCIÓN

La creciente demanda de alimentos, el aumento de la población en los núcleos urbanos y la baja recarga de los acuíferos en regiones áridas, marcan el problema del agua. En México el 4.8% del agua de lluvia se infiltra para recargar los acuíferos (CNA, 2010) y para la producción de alimentos la agricultura utiliza el 76.6 % del agua disponible (FAO, 2008), generando la necesidad de un uso eficiente del recurso agua. Las actividades de riego requieren ser realizadas con el objetivo en la productividad agua debido a las condiciones de escasez mencionadas. El enfoque de un mayor uso eficiente del agua de riego orienta los estudios en aspectos como: eficiencia de aplicación del agua de riego, eficiencia del uso del agua por la planta y la medición de la respuesta de las plantas a riegos deficitarios. La eficiencia en la aplicación del agua de riego ha llevado a la ingeniería de riego al desarrollo y medición de sistemas con aplicación de agua en forma localizada como lo es el riego por goteo (Jonghan *et al.*, 2009). Con el objetivo de tener menores pérdidas por evaporación se ha probado el goteo de forma sub-superficial teniendo buenos resultados (Montemayor *et al.*, 2006). En relación a la eficiencia del uso del agua por la planta, la disponibilidad de agua para el cultivo es uno de los factores que influye directamente en las variables de producción (Kozłowski, 1972; Taylor *et al.*, 1983). La eficiencia de las especies forrajeras en el uso del agua en la producción biomasa es diferente Núñez *et al.* (2014) indica que este componente es afectado positivamente con un buen manejo agronómico y nutrición vegetal (Figueroa *et al.*, 2009). El déficit de humedad afecta negativamente la turgencia de las células teniendo como resultado menor producción del cultivo (Jonghan *et al.*, 2009). En el estudio de la evolución de riegos deficitarios se ha trabajado con diferentes porcentajes de  $E_v$  (Cruz y Núñez, 2012). Otros trabajos relacionados con la aplicación de este tipo de riego muestran que se pueden obtener altos rendimientos y buenos valores de eficiencia del uso del agua en los cultivos (Kang *et al.*, 2002). Un buen manejo del riego debe lograr optimizar la producción de los cultivos al minimizar el daño causado por el estrés durante su desarrollo (Stone *et al.*, 2001), sin embargo, aplicar una alta tasa de agua

puede eliminar el estrés hídrico del cultivo, pero también reducirá la eficiencia del riego utilizada por el cultivo (Morad *et al.*, 2009). Investigaciones muestran que los rendimientos de los cultivos disminuyen al reducir la lámina de riego aplicada, (Karamet *et al.*, 2003). El sistema de riego por goteo ha mostrado ser más eficiente que otros sistemas actuales, siendo una buena opción para tener un mayor uso eficiente del agua de riego (UEAR) (Rivera, 2012), al respecto se reportan incrementos de rendimiento y mayor eficiencia en el uso del agua encontrados para alfalfa (Godoy *et al.*, 2004; Montemayor *et al.*, 2006) y maíz forrajero (Montemayor *et al.*, 2004 y Olagueet *et al.*, 2006). La nutrición de la planta es otro componente que influye en el desarrollo y producción, los fertilizantes químicos son una opción para algunos elementos que en función a la fuente fertilizante tiene diferente repuesta en la eficiencia de la utilización de los elementos por la planta (Figueroa *et al.*, 2009), por otra parte la asociación de microorganismos (*Azospirillum brasilense*, hongos ectomicorrizicos y endomicorrizicos) en la raíz de la planta ayuda con la asimilación de los nutrientes facilitando la disponibilidad de los elementos para tener mejor eficiencia en la utilización de fuentes de nutrición (Holguin *et al.*, 2001). La combinación de un sistema eficiente en la aplicación de agua de riego y diferentes fuentes de nutrición para la planta pueden generar una mejor respuesta de las variables de producción para obtener valores convenientes de UEAR.

El objetivo del presente ensayo es evaluar un cultivo forrajero de invierno alternativo (triticale), con riego por goteo subsuperficial y diferentes fuentes de fertilización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo fue establecido en el Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y pecuarias en las instalaciones del Campo Experimental la Laguna, ubicado en Matamoros Coahuila, México, durante el ciclo otoño invierno 2013-2014; a una altitud de 1150 msnm, entre los paralelos 25° 32' de latitud norte y los meridianos 103° 14' de longitud oeste. La siembra se realizó en seco en un suelo de textura arcillosa. Se utilizó la variedad río Nazas del cultivo del triticale a una densidad de siembra de 130 kg ha<sup>-1</sup>. El riego de establecimiento se aplicó el 27 de noviembre de 2014. Se utilizó como líneas regantes cinta de goteo marca Ro-Drip con un espesor de pared de 0.200 mm, diámetro interior de 16 mm, con goteros espaciados a 20 cm y un gasto de 5 L h<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup> a una presión de operación de 8 PSI. El espaciamiento entre líneas regantes fue de 0.76 m, instaladas a 0.36 m de profundidad del suelo.

Con base en el análisis de las características químicas de: nitratos (método de Kjeldahl), fósforo (método de AS-11, NOM-021-SEMARNAT-200), previo a la siembra, se establecieron tres tratamientos con diferentes fertilización: química (150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y 60 kg ha<sup>-1</sup> de

fosforo), biofertilización (*Azospirillumbrasilense*, hongos ectomicorrizicos y endomicorrizicos, y carbono orgánico oxidables y 60 kg ha<sup>-1</sup> de fosforo) y el testigo. La fuente de nitrógeno fue sulfato de amonio y para fosforo se utilizó MAP. La fertilización química se aplicó con el sistema de riego. En el caso de la biofertilización se realizó previo a la siembra la inoculación de la semilla utilizando como adherente una solución de agua con azúcar (Holguin *et al.*, 2001). Los tratamientos se distribuyeron de manera aleatoria en el campo, en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela o unidad experimental tuvo una superficie de 24 m<sup>2</sup>. La frecuencia de riego fue de tres veces por semana. Al momento de la cosecha a los 128 días (estado lechoso-masoso) se tomaron datos de altura de planta, número de plantas, estimando el rendimiento de forraje verde (RFV). Se tomó una muestra de un kg para secar en estufa de aire forzado a 60°C hasta obtener un peso constante con lo cual se determinó el porcentaje de materia seca (%MS), se determinó el rendimiento de forraje seco (RFS). La eficiencia en el uso del agua de riego (EUAR) (kg MS m<sup>-3</sup>) se obtuvo con el rendimiento de forraje seco RFV (kg MS) y el volumen de agua aplicado (m<sup>3</sup>). Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS 9.2 para realizar un ANOVA prueba de medias con una DMS al 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra las variables de producción para cada uno de los tratamientos. Los resultados demuestran que en los tratamientos de fertilización química, biofertilización y testigo no se presentaron diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas ( $P > 0.05$ ). Los valores encontrados en altura de planta (129.5 cm) fueron superiores a los reportados por Cruz y Núñez (2012b) de 106.5 cm con otra fecha de siembra, lo cual, puede explicar en cierta medida la diferencia entre estudios. El valor de EUAR (2.76 kg MS m<sup>-3</sup>) es ligeramente superior a los obtenidos por Cruz y Núñez (2012b) de 1.79 kg MS m<sup>-3</sup>. La diferencia en horas calor y fecha de siembra pueden explicar en cierto grado la discrepancia entre estudios. El cultivo de triticale presenta valores porcentajes de materia seca mayores a los del cultivo de la canola de 12.9% reportados por Cruz y Núñez (2012a) valor a considerar con objetivo en la producción de RFV.

Cuadro 1. Rendimientos y características agronómicas.

Tratamiento	Altura de Planta (cm)	RFV (t ha <sup>-1</sup> )	% MS	RFS (t ha <sup>-1</sup> )	EUAR (kg MS m <sup>-3</sup> )
F. Q.	135.30	33.40	39.8	13.25	2.88
Biofertilización.	126.15	27.55	41.5	11.35	2.45
Testigo	126.90	35.25	38.6	13.57	2.95

El cuadro 2, muestra el calendario de aplicación de nitrógeno por tratamiento en días después de la siembra (dds). En los tratamientos 2 y 3 se dispuso de nutrientes aplicados al inicio del ciclo de cultivo. El tratamiento dos se diferencia del tratamiento 3 en que la semilla se inoculó con un producto a base de microorganismos que se asocia con la raíz del cultivo (Díaz *et al.*, 2006). El tratamiento 1 tuvo una aplicación de nitrógeno en función de los requerimientos de acuerdo a la etapa de desarrollo. En el periodo de la siembra a los 42 días se aplicó el 10% de la dosis, en este periodo la planta se encuentra en su desarrollo inicial, por lo tanto requiere una cantidad baja de nitrógeno. En el periodo 43 a 70 dds se aplicó el 50% ya que en este período la planta se encuentra en pleno desarrollo generando parte del follaje por lo que sus requerimientos de nitrógeno son mayores. En el período de los 71 dds a los 80 dds la planta genera follaje, flores y vainas y requiere una adecuada cantidad de nitrógeno por lo que se aplicó el 40 %.

Cuadro 2. Cantidad de nitrógeno aplicada en kg ha<sup>-1</sup>

Tratamiento	0-42 dds	43-70 dds	71-80 dds
F. Q.	15	75	60
Biofertilización.	0	0	0
Testigo	0	0	0

## CONCLUSIONES

Los tratamientos con fertilización química y bioquímica y sin fertilización a las dosis utilizadas en el trabajo con triticale no presentaron diferencia para las variables de producción, pero es conveniente analizar los costos de producción.

En trabajos posteriores se puede considerar la combinación de fertilización química y la utilización de estos microorganismos.

Agradecimientos. Este trabajo forma parte de las actividades realizadas en los proyectos: "Mejoramiento de los procesos de producción de forrajes con riego de presa y noria para ganado lechero en la comarca lagunera" Financiados por la Fundación Produce Coahuila A.C. y "manejo integral de estiércol y fertilizantes mediante análisis de laboratorio y sensores de campo". Financiados por la Fundación Produce Durango A.C.

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- CNA, 2010. Comisión Nacional del Agua. 2011. Estrategia del sector Hidráulico, Estadísticas del agua en México.
- Cruz Ch.J.J. Y Núñez H.G, 2012a. Efecto del agua aplicada en el rendimiento y eficiencia del Uso del agua en canola, Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED: 618-622.
- Cruz Ch.J.J. Y Núñez H.G, 2012b. Efecto del agua aplicada en el rendimiento y eficiencia del Uso del agua en triticale, Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED: 624-629.
- Díaz F. A. y Ortegón S. A. M., 2006, Efecto de inoculación con *azospirillumbrasilense* fertilización química en el crecimiento y rendimiento de canola (*Brassic napus*) *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 29, número1 Sociedad Mexicana de Fitogenética, pp. 63-67
- FAO, 2008. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2008. Biocombustible: Perspectiva, riesgos y oportunidades. Colección FAO. ROMA.
- Figueroa V. U., Núñez H. G., Delgado J.A., Cueto W. J.A., Flores M. J.P. 2009. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en la Comarca lagunera. En: Agricultura orgánica. 2da Edición. pp 130-149.
- Godoy A., C e I.J. Reyes. 2004. Fertirriego en alfalfa. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 212-216 pp.
- Holguin G., Glick R. Z. B., 2001. Expression of the ACC Deaminase Gene from *Enterobacter cloacae* UW4 in *Azospirillumbrasilense*, *Microbial Ecology* Springer-Verlag, volumen 41 pp. 281-288.
- Jonghan K. A y Piccinni G. B., 2009. Corn yield responses under crop evapotranspiration- irrigation management based, agricultural water management, volume 96 issue 5 pp. 799–808.
- Kang, S.Z., Y. L. Zhang L., X. T. Hu, J. Cai, H., J. Gu, B. 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the loess Plateau of China. *Agric. Water Manage.*55:203-216.
- Karam, F., J. Breidy, G. Stephan, J. Rouphael, 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekka Valley of Lebanon. *Agric. Water Manage.* 63 (2), 125-137.
- Kozlowski, T.T. (Ed.), 1972. *Water Deficits and Plant Growth*. Academic Press, New York.
- Montemayor T., J. A., A. O. Gómez M. y J. Olague R. 2004. Adopción del riego por goteo subsuperficial para maíz forrajero en la Comarca Lagunera. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 534-538 pp.
- Montemayor T., J. A., H. Aguirre A., M. Fortis H., J. Olague R., J. C. Rodríguez R. J. A. Chavira G. 2006. Uso del agua en la alfalfa con riego subsuperficial II. Memoria de la XVIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 168-173 pp.
- Morad, H. A., M. Ali E., S. Beecham. 2009. The effects of irrigation methods with effluent and irrigation scheduling on water use efficiency and corn yields in an arid region. *agricultural water management*, volumen 96 pp 93–99.
- Núñez H.G, Anaya S. A., Figueroa V. U., Reta S. D.G., Faz C. R., 2014. Alternativas de forrajes para ganado lechero, sector agricultura y ganadería año 3, pp. 29-32.
- Olague R.,J., J.A. Montemayor T., S. R. Bravo S., M. Fortis H., R. A. Aldaco N., E. Ruíz C. 2006. Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego subsuperficial. *Técnica Pecuaria*. 44(3): 351-357.
- Rivera G. M., Palomo R. M., Anaya S. A., Reyes G. A. y Martínez R. J. G., 2013. Función de producción hídrica para maíz forrajero (zeamays l.) En riego por goteo subsuperficial, AGROFAZ, volumen 13 número 1, pp. 17-22.
- SEMARNAT (1996). Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996. Norma oficial mexicana nom-021-semarnat-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. *Diario Oficial de la Federación*. México.
- Stone, P.J., R. Wilson D., D. Jamieson P., N. Guillespie R. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. *Aust.J. Agric.Res.* 52, 115-126.
- Taylor, H.M., Jordan, W.R., Sinclair, T.R., 1983. *Limitation to Efficient Water Use in Crop Production*. ASA-CSSA-SSSA, Inc., Madison, WI.

## **EFFECTO DE LA LÁMINA DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN DE ALFALFA CON CINTILLA DE GOTEO**

**<sup>1</sup>Osías Ruíz Álvarez, <sup>1</sup>Omar Iván Santana, <sup>2</sup>Gregorio Núñez Hernández, <sup>1</sup>Manuel A. Galindo Reyes y <sup>1</sup>Arturo Corrales Suastegui**

<sup>1</sup>Campo Experimental Pabellón. Kilómetro 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Ags. Correo: [ruiz.osias@inifap.gob.mx](mailto:ruiz.osias@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Campo Experimental La Laguna. Boulevard José Santos Valdez 1200 pte., Centro, Matamoros, Coah. C.P. 27440.

### **INTRODUCCIÓN**

El estado de Aguascalientes tiene una participación sobresaliente en la ganadería de México. El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2013) reporta que para el período 2005-2011 la producción de leche estuvo por arriba de los 350 mil litros y la de carne alcanzó un promedio de 16 mil toneladas. Esta entidad como otras que se ubican en zonas de cuencas lecheras tiene demandas altas de forraje para abastecer las necesidades alimenticias del ganado. Para satisfacer los requerimientos se emplean cultivos forrajeros entre los que destaca la alfalfa (*Medicago sativa* L.) por su calidad nutricional alta, adaptación a las condiciones climáticas de la región y rendimientos altos (Villareal *et al.*, 1998); por su gran capacidad para fijar nitrógeno, mejorar la estructura del suelo y facilitar la labranza (Montazar y Sadeghi, 2008). En ambientes áridos y semi-áridos del norte-centro de México, el cultivo de la alfalfa depende completamente del riego y aún bajo sistemas de goteo puede llegar a consumir una lámina hasta de 1.40 m, la cual podría ser considerablemente mayor si se aplica con métodos de eficiencia baja; lo anterior contribuye directamente al abatimiento de los acuíferos y favorece aún más el encarecimiento del recurso hídrico. Para este estado se necesitan estudios sobre relaciones entre la productividad de la alfalfa y diferentes láminas, así como la implementación del riego restringido sin afectar el rendimiento económico, lo cual contribuye al ahorro y conservación de los recursos hídricos (Montazar y Sadeghi, 2008).

Es bien conocido que el estrés de la planta por falta de agua afecta la fisiología de manera directa y limita la productividad, existen trabajos donde se presenta la relación entre el rendimiento del cultivo y la utilización del agua (Genget *et al.*, 1995). Para el caso de la alfalfa los mayores rendimientos de materia seca se obtienen a partir del segundo y tercer corte (Godoy *et al.*, 2003; Montazar y Sadeghi, 2008) por lo que el buen manejo del riego en dichas etapas es preponderante en el rendimiento final.

En este sentido los estudios señalan una relación lineal entre el consumo de agua del cultivo y el rendimiento de materia seca, por lo que la cantidad de agua aplicada, la frecuencia del riego y el uso del agua son importantes para obtener altos rendimientos.

El presente trabajo tuvo como objetivos: evaluar el efecto de tres láminas de riego en la producción de alfalfa en un sistema de goteo, determinar y comparar el rendimiento de materia seca y determinar la eficiencia en el uso del agua del cultivo para cada lámina.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Campo Experimental Pabellón (CEPAB) del Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El clima de la localidad es semi-seco templado con lluvias de julio a septiembre, el promedio anual de temperaturas oscila alrededor de 16.8 °C y la precipitación alrededor de 456 mm (Medina *et al.*, 2006).

El nueve de enero de 2013 se sembró la variedad de alfalfa Cuf 101-excelente, se realizó al voleo en un sistema de riego por goteo sub-superficial. La cinta fue calibre ocho mil, espaciamiento entre goteros de 15 cm y distancia entre cintas de 80 cm.

Se estudiaron cuatro láminas de riego con la finalidad de someter al cultivo a diferente grado de estrés y conocer su respuesta en términos de su productividad. El ensayo se estableció en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados y su correspondiente porcentaje de evaporación.

Tratamiento	Lámina de evaporación
T1	125 %
T2	100 %
T3	75 %
T4	50 %

Se seleccionaron intervalos de riego semanales, y en este período se sumaba la evaporación registrada en una estación meteorológica automática (estación Campo Experimental Pabellón) ubicada cerca del área del ensayo.

El rendimiento de forraje seco por cortes y acumulado se sometió a análisis de varianza en un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Se realizó una prueba de medias por medio de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) ( $p \leq 0.01$ ).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta el comportamiento de la evaporación a lo largo del año 2013 en el área del experimento, adicionalmente se presenta la curva de precipitación.

Rendimiento de materia seca por cortes



En total se obtuvieron ocho cortes en el año agrícola (Cuadro 2). En el primer corte los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron rendimientos estadísticamente iguales ( $p = 0.01$ ) y superaron al tratamiento 4. En el segundo corte el tratamiento 1 superó al resto de los tratamientos, sin embargo, los tratamientos 2 y 3 fueron iguales entre sí ( $p = 0.01$ ) y el tratamiento 4 presentó el rendimiento más bajo.

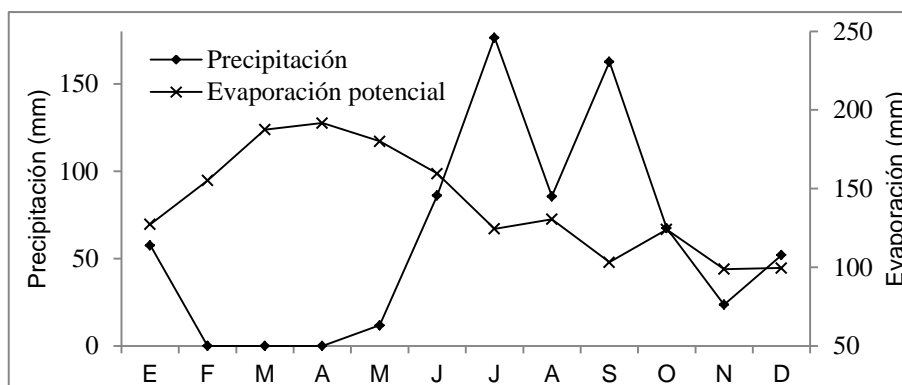


Figura 1. Evaporación y precipitación durante el experimento en una estación (Pabellón) meteorológica del Campo Experimental.

Para el tercer corte se obtuvieron valores más heterogéneos, los cuatros tratamientos fueron diferentes entre sí y el rendimiento más alto fue para el tratamiento 1, seguido del 2, 3 y 4, este último fue el tratamiento que presentó el valor más bajo en el rendimiento de materia seca por hectárea. En el cuarto corte, con excepción del tratamiento 1, todos los tratamientos presentan valores más concentrados hacia la media ( $2.2603 \text{ t ha}^{-1}$ ); en este sentido, el tratamiento 1 superó al resto de los tratamientos estableciéndose como el mejor en tanto que los tratamientos restantes fueron estadísticamente iguales ( $p = 0.01$ ) entre sí. En el corte número 5, el tratamiento 1 presentó mayor rendimiento y superó al resto de los tratamientos, éstos fueron estadísticamente iguales entre sí. Para el corte número 6, el valor máximo estuvo a favor del tratamiento 1, el resto de los tratamientos fueron similares entre sí. En el corte número 7, estadísticamente ( $p = 0.01$ ) todos los tratamientos tuvieron rendimientos similares. En el corte número 8 el tratamiento 1 fue superior a los tratamientos 3 y 4 pero similar al tratamiento 2. Para este mismo corte los tratamientos 2 y 3 fueron similares y a su vez fueron similares también el tratamiento 3 y 4.

Cuadro 2. Rendimiento de materia seca de alfalfa en ocho cortes.

Tratamientos	Materia seca ( $\text{t ha}^{-1}$ )							
	1er corte	2° corte	3er corte	4° corte	5° corte	6° corte	7° corte	8° corte
1	2.7575a	2.725a	2.9475a	2.6688a	2.2025a	3.1350a	1.8875a	2.0450a
2	2.9875a	1.6175b	2.1550b	2.0763b	1.7125b	2.4400b	1.9075a	1.8550ab

3	2.5800a	1.8075b	1.6700c	2.0725b	1.6125b	2.5325b	1.9625a	1.5925bc
4	1.6975b	1.1500c	1.1725d	2.2238b	1.8300b	2.6175b	1.7575a	1.5675c

\*Literales diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey,  $p \leq 0.01$ ).

#### Rendimiento de materia seca acumulado

En relación con el rendimiento de materia seca acumulado (Figura 2), el tratamiento 1 superó al resto de los tratamientos, en este tratamiento el rendimiento fue de 20,37 toneladas de materia seca por hectárea. Los tratamientos 2 y 3 presentaron rendimiento de materia seca acumulada estadísticamente iguales ( $p = 0.01$ ) y fueron 16,49 y 16,09 toneladas de materia seca por hectárea, respectivamente. El tratamiento 4 presentó el rendimiento más bajo durante el ciclo con 14,02 toneladas por hectárea (Figura 3). Estos rendimientos acumulados superan a los obtenidos por Godoy *et al.* (2003) quienes en su experimento únicamente consideraron el agua que se suministró mediante el riego, pero fueron menores a los obtenidos por Lammet *al.* (2012) en dos años de evaluación de alfalfa bajo riego por goteo. En la Figura 3 se presenta la regresión entre el rendimiento de materia seca y volumen de agua acumulados.

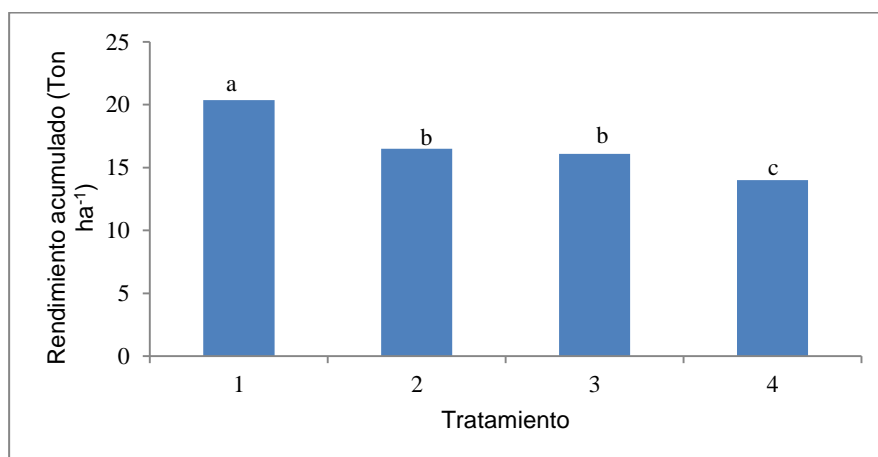


Figura 2. Rendimiento de materia seca por hectárea acumulado para cuatro tratamientos de riego.

\*Literales diferentes entre tratamientos indican diferencias significativas (Tukey,  $p \leq 0.01$ ).

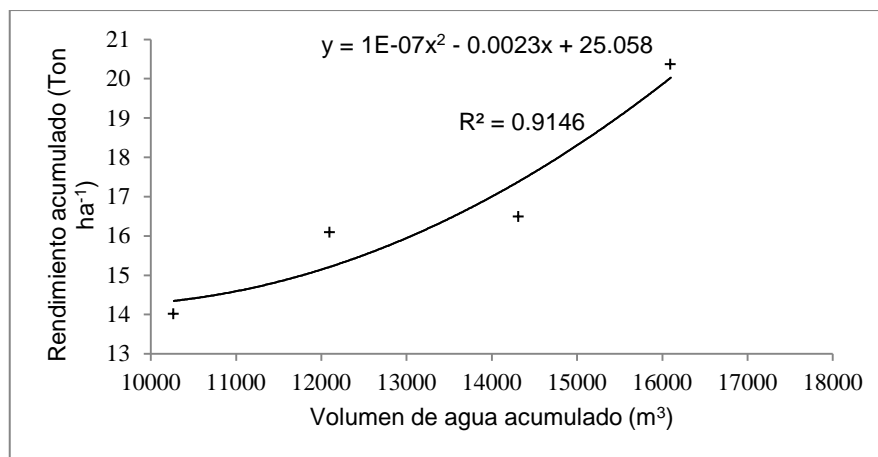


Figura 3. Regresión entre el volumen de agua y rendimiento de materia seca de alfalfa acumulados en el ciclo.

Volumen de agua utilizado (riego+precipitación)

Los volúmenes de agua acumulados fueron heterogéneos y estadísticamente ( $p = 0.01$ ) diferentes entre sí. El tratamiento que condujo a un mayor volumen de agua acumulado fue el tratamiento 1 seguido de los tratamientos 2, 3 y 4 (Figura 4). Estos volúmenes de agua son superiores a los volúmenes reportados por Godoy *et al.* (2003) y Lammet *et al.* (2012) sin embargo estos autores en sus ensayos únicamente toman en cuenta el agua de riego. Los volúmenes de agua acumulados para cada tratamiento se presentan en la Figura 4.

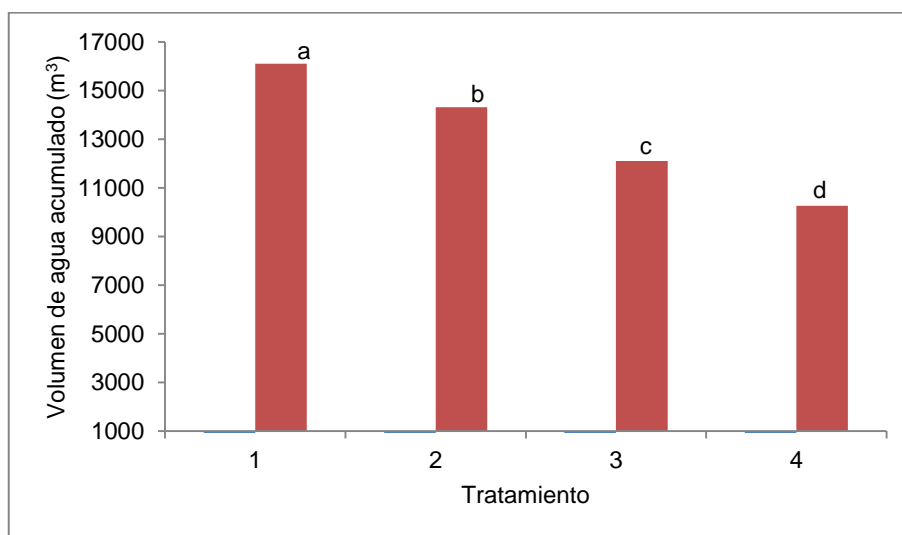


Figura 4. Volumen de agua acumulado en cinco tratamientos de riego en la producción de alfalfa en el año agrícola 2013.

\*Literales diferentes entre tratamientos indican diferencias significativas (Tukey,  $p \leq 0.01$ ).

### Eficiencia en el uso del agua

Esta variable presentó valores estadísticamente ( $p = 0.01$ ) similares para los tratamientos 1, 3 y 4 que fueron los tratamientos con EUA más altas (1.26 a 1.36  $\text{kg m}^{-3}$ ); estos a su vez fueron diferentes con el tratamiento 2 que fue el que presentó la EUA más baja (Figura 5). El cociente que resulta de la división del rendimiento de materia seca acumulada por el volumen de agua acumulado indica que esa cantidad es el rendimiento que se obtiene por cada metro cúbico de agua utilizado. Estos valores son relativamente bajos respecto de otros valores encontrados para México donde se han obtenido entre 1.76 y 3.0  $\text{kg m}^{-3}$  (Godoy *et al.*, 2003) y para Estados Unidos 2.2  $\text{kg m}^{-3}$  (Lammet *et al.*, 2012); sin embargo nuestros valores de EUA fueron superiores a los que Al Lawati *et al.*, (2010) reporta para medio oriente cuyo valor oscila alrededor de 0.804  $\text{kg m}^{-3}$ . La mayor parte de los estudios hechos hasta la fecha señalan que la mayor EUA corresponde a los tratamientos que conllevan menor lámina o volumen de agua, como lo comentan Godoy *et al.* (2003), Al Lawati *et al.* (2010) y Lamm *et al.* (2012). Los valores de EUA encontrados en este trabajo se presentan en la Figura 5.

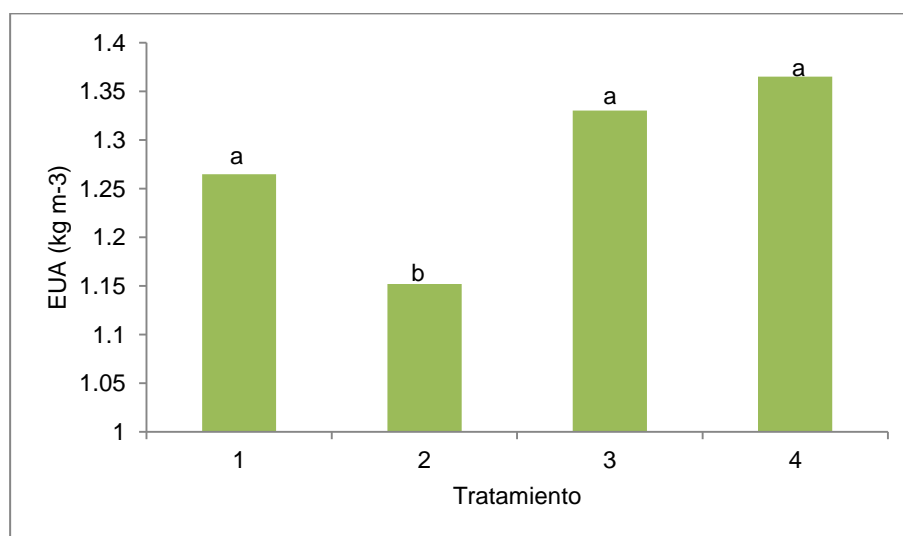


Figura 5. Eficiencia en el uso del agua en cuatro tratamientos en la producción de alfalfa (año agrícola 2013).

\*Literales diferentes entre tratamientos indican diferencias significativas (Tukey,  $p \leq 0.01$ ).

### CONCLUSIONES

El tratamiento que condujo al rendimiento más alto de materia seca en alfalfa fue la lámina correspondiente al 125 % de la evaporación, sin embargo, con esta lámina se tiene el mayor volumen de agua consumido; mientras que el tratamiento que conduce a un menor volumen de agua es el correspondiente al 50 % de la evaporación.

La mayor EUA se obtuvo con la aplicación de la lámina de riego equivalente al 50 % de la evaporación, mientras que la más baja se obtuvo al aplicar el 100 % de ella.

Estos valores de EUA disminuyen considerablemente cuando la precipitación en la región de estudio aumenta, en el área de estudio el año agrícola en evaluación fue un año húmedo e influyó en el cociente de los kilogramos de materia seca producidos versus el volumen de agua utilizado.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Al Lawati, A., H. Al-Waihibi, S. A. Al Rawahy, H. Al-Dhuli, M. Al Rashdi and S. S. Al Habsi. 2010. Production and water-use efficiency of alfalfa under Different Water and Quality levels. A Monograph on Management of Salt-Affected Soils and Water for Sustainable Agriculture.2010: 61-65.
- Geng, H. Z., Y. F. Wu y Z. Z. Cao. 1995. Alfalfa in China. China agricultura Press, Beijing, pp: 25-58.
- Godoy, A. C., A. Pérez G., C. A. Torres E., L. J. Hermosillo e I. Reyes J. 2003. Uso de agua, producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. *Agrociencia*. 37: 107-115.
- Lamm, F. R., K. R. Harmony, A. A. Aboukheria, S. K. Johnson. 2012. Alfalfa production with subsurface drip irrigation in the Central Great Plains. *American Society of Agricultural Engineers*. 55: 1203-1212.
- Medina, G. G., L. H. Maciel P., J. A. Ruíz C., V. Serrano A. y M. M. Silva S. 2006. Estadísticas Climatológicas Básicas del estado de Aguascalientes (Período: 1961-2003). 162 p.
- Montazar, A. y M. Sadeghi. 2008. Effects of applied water and sprinkler irrigation uniformity on alfalfa growth and hay yield. *AgriculturalWater Management*. 95: 1279-1287.
- Sistema de Información agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. <http://www.siap.gob.mx>
- Villareal, G. J. R., A. A. Valdés G. y A. Luévano G. 1998. El impacto socioeconómico de la ganadería lechera en la región lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios*, volumen 3; 24 p.

---

---

## EFICIENCIA DEL RIEGO Y PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN MÁIZ FORRAJERO EN SEIS RANCHOS DE AGUASCALIENTES.

<sup>1</sup>Osías Ruíz Álvarez, <sup>1</sup>Omar Iván Santana, <sup>1</sup>Manuel A. Galindo Reyes y <sup>1</sup>Arturo Corrales Suastegui

<sup>1</sup>Campo Experimental Pabellón. Kilómetro 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Ags. Correo: [ruiz.osias@inifap.gob.mx](mailto:ruiz.osias@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso principal para el desarrollo de los pueblos y su posesión representa en algunas partes del mundo el mayor de los patrimonios. Lo anterior se manifiesta en las estadísticas que muestran que los sectores que más agua consumen son: agrícola, industrial, energía y doméstico (UNESCO, 2011). Sin embargo, resulta antagónico comprender que el sector agrícola es el sector que presenta menos eficiencia en el uso de este recurso, de acuerdo con diferentes estudios de uso del agua a nivel parcelario, de un volumen específico que se conduce al cultivo solo entre el 28 y 36 % llega en realidad a las raíces del cultivo; el resto se pierde por evaporación, infiltración, fugas y por la baja eficiencia del propio sistema de riego (Mejía *et al.*, 2002).

En regiones desérticas del norte de México donde la agricultura depende principalmente de las aguas subterráneas, los recursos hídricos resultan un bien escaso y de un valor incalculable por lo que su manejo y uso a precisión representa el objetivo principal de la irrigación a fin de prolongar la vida de los acuíferos que ya están sobre-explotados. Lo anterior se agrava cuando se consideran políticas gubernamentales destinadas a resarcir los efectos que el calentamiento global y el cambio climático (radiación solar, temperatura y evaporación) ejercen sobre la agricultura de riego.

Como una medida de la eficacia con la que los recursos hídricos se emplean en explotaciones comerciales, se han definido diferentes parámetros relacionados con el uso y manejo del agua; sobresalen principalmente: la eficiencia del bombeo, eficiencia de conducción, eficiencia de distribución, eficiencia de aplicación y la eficiencia en el uso del agua del cultivo (Palacios, 2002).

En relación con la eficiencia en el uso del agua del cultivo (EUA) este parámetro sirve para conocer la eficiencia o eficacia que tiene la parcela en la generación de cosecha por cada unidad de agua utilizada y es un indicador de lo bien (eficiente) o mal (deficiente) que la finca o productor utiliza el recurso agua. La ventaja de contar con información de la EUA ayuda a obtener una idea de la magnitud de la mejora que debe hacerse al sistema de producción para

alcanzar las eficiencias más altas respecto del potencial del cultivo; así también para conocer el estado de una explotación ya que de esa manera se puede generar recomendaciones de mejora (Batcheloret *et al.*, 1996). Generalmente las variables que expresan la productividad del agua son: eficiencia en el uso del agua (EUA), productividad del agua por parte del cultivo (PAC) y productividad del agua de riego (PAR).

En relación con la EUA en maíz forrajero algunos autores de México, principalmente de la Comarca Lagunera señalan que este parámetro se encuentra entre 2.81 y 4.48 kg m<sup>-3</sup> (Faz *et al.*, 2006; Montemayor *et al.*, 2007; Rivera *et al.*, 2013) pero se requiere que el estudio de este parámetro se amplíe geográficamente y se tenga disponible a nivel local para conocer en qué zonas debe aumentarse la eficiencia en el manejo del agua, que cultivos podrían suspenderse debido a su falta de sustentabilidad inclusive y para otorgar incentivos a aquellos agricultores con EUA altas en ciertos cultivos.

En relación con la eficiencia de aplicación del riego, el por qué de su determinación consiste en que la operación precisa de un sistema influirá en el grado de uniformidad de la productividad de la plantación, si esto no se cumple se toman decisiones para mejorar la eficiencia de aplicación de los sistemas de riego. Además estas caracterizaciones son importantes para la gestión del agua por parte de las autoridades del sector hidro-agrícola.

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la productividad del agua de riego en maíz forrajero y la eficiencia de diferentes sistemas de riego en diferentes ranchos de Aguascalientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en cinco ranchos de Aguascalientes y en uno de Zacatecas. Estos ranchos, son ranchos modelo ganaderos que producen maíz forrajero para sostener la producción de leche. En el cuadro 1 se presentan las superficies de los ranchos y sistema de riego en uso.

Cuadro 1. Superficie, ubicación y sistema de riego de seis ranchos productores de maíz forrajero.

No.	Superficie (hectáreas)	Ubicación	Sistema de riego
1	18.1	Aguascalientes, Ags.	Pivote central
2	11	San Francisco de los Romo, Ags.	Goteo
3	45	Pabellón de Arteaga, Ags.	Goteo
4	22.5	Pabellón de Arteaga, Ags.	Superficial

5	51.2	Rincón de Romos, Ags.	Pivote central
6	57.28	Luís Moya, Zac.	Pivote central

El trabajo de campo consistió de tres etapas: i) evaluación hidráulica del sistema de riego, que a su vez contempló su ii) aforo; y el iii) muestreo del rendimiento de forraje.

La evaluación hidráulica de los sistemas de goteo se hizo con el coeficiente de uniformidad de Christiansen (1942):

$$CU = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{X}|}{n\bar{X}} \right)$$

Donde  $x_i$  es la lámina recogida en cada recipiente colector (mm),  $\bar{X}$  lámina promedio recogida en el total de colectores y  $n$  número de colectores utilizados en la evaluación.

La evaluación hidráulica de los sistemas de pivote central se realizó con el coeficiente de uniformidad de Christiansen (1942) modificado por Heerman y Hein (1968) para este tipo de sistemas mediante el modelo:

$$CU(\%) = 100 \left[ 1 - \frac{\sum_s S_s |X_s - \bar{X}|}{\sum_s X_s S_s} \right]$$

Donde  $S_s$  es la distancia radial a la que están dispuestos los colectores,  $X_s$  es la lámina de agua captada en un colector a una distancia del punto pivote,  $\bar{X}$  la lámina media interceptada en los colectores.

Se estimó el coeficiente de variación o covarianza estadística, este parámetro indica la dispersión de las láminas con respecto a la media y se estima con:

$$CV = \frac{\sigma}{|\bar{x}|} * 100$$

El aforo del riego por multi-compuerta se realizó por medio del volumen conocido, en cada tramo regante se realizaron tres aforos, el gasto de cada tubo regante se obtuvo del producto del gasto de cada compuerta por el número de compuertas en operación y el gasto ( $\text{m}^3 \text{min}^{-1}$ ) de la tabla bajo riego del producto del promedio de los aforos por el número de compuertas abiertas. Con esta información también se obtuvo la lámina aplicada por cada evento de riego.

La eficiencia de riego por multicompuertas se estimó con el método de Israelsen (1963) para riego superficial citado por Palacios (2002):

$$E_a = 205L^{-0.55}$$

Donde  $E_a$  es la eficiencia de aplicación en riego superficial (%) y  $L$  es la lámina de riego (cm).

Muestreo de forraje

Al momento de madurez óptima del maíz para forraje, se tomaron cinco muestras. Se cosecharon las plantas de cinco metros lineales. Se registró el peso fresco de la muestra, de



esta se obtuvo una sub-muestra y se secó en una estufa con aire forzado en un tiempo de 72 horas a una temperatura de 60°C.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de cada rancho se analizaron a través de un análisis de varianza ( $p = 0.05$ ) para determinar la existencia de diferencia en los valores muestrales. Para conocer el rancho con mayor y menor producción de forraje seco, la producción de cada rancho se comparó por medio de una prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Eficiencia del riego

En el Cuadro 2 se presentan los parámetros de eficiencia del sistema de riego, ya sea en términos de  $C.U.$ ,  $C.V.$  o  $E_a$  según sea el caso del sistema de riego. Para los ranchos 2 y 3 con sistema de goteo el  $C.U.$  estuvo entre 84.84 y 87.04 %, estos valores están por debajo del mínimo aceptable (90 %), la baja eficiencia podría deberse a obstrucción de emisores, fugas o estrangulamiento en la cinta de goteo los cuales hacen variar la tasa de descarga de los emisores y la uniformidad en el humedecimiento a lo largo de las líneas regantes. En relación con los sistemas de pivote los  $CV$  fueron 0.2650, 0.2745 y 0.7368 para los Ranchos 6, 5 y 1, respectivamente; los ranchos 5 y 6 tuvieron valores aceptables ya que estos se hallan por debajo de 0.30, el rancho 1 tiene un  $CV$  demasiado alto (0.7368) por lo que este parámetro indica que el funcionamiento del sistema no es aceptable. El  $CU$  es alto para 6 y 5 los cuales superan el valor mínimo requerido (0.80 %) para que el funcionamiento de la máquina se considere aceptable, sin embargo para el rancho 1 fue demasiado bajo. Con respecto al rancho con sistema de gravedad su eficiencia, en términos de  $E_a$  es significativamente baja (18.25 %) ya que para que un sistema de riego por gravedad sea aceptable debe ser de al menos 50 %. En este sentido se recomienda hacer reconsideraciones en la longitud de los surcos ya que esto influye significativamente en el tamaño de la lámina que se requiere para que el riego avance favorablemente, al disminuir la longitud disminuye la lámina requerida y por tanto aumenta  $E_a$  con un consecuente mejor aprovechamiento del cultivo.

Cuadro 2. Parámetros de eficiencia de tres de sistemas de riego en seis rancho productores de maíz forrajero

Rancho	C.U. (%)	CV	Ea (%)
Riego por goteo			
2	87.04	=	=

3	84.84	=	=
	Pivote central		
6	83.42	0.2650	=
5	83.0078	0.2745	=
1	59.9217	0.7368	=
	Riego superficial		
4	=	=	18.25

A partir de la lámina de riego total, la cual es una función de la condición meteorológica de cada localidad, más la precipitación acumulada en el ciclo se obtuvo un volumen de agua acumulado total (riego + precipitación). En el Cuadro 3 puede apreciarse que el mayor absoluto en el volumen de agua total fue para el rancho 6 que funciona con pivote central y el menor para el rancho dos con un sistema de goteo. En relación con el rendimiento de materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) no hubo diferencia estadística entre los ranchos 5, 4, 1, 6 y 2; el rancho número 3 fue diferente al resto de los ranchos. El rendimiento máximo absoluto de materia seca se obtuvo en el rancho 5 con  $26,386.25 \text{ kg ha}^{-1}$  mientras que el mínimo en en el 3 con  $16804.18$  (Cuadro 3).

La EUA es el rendimiento unitario de materia seca por unidad de agua utilizada. En los ranchos evaluados, esta variable oscila entre 2.65 y 4.15 kilogramos de materia seca de forraje por cada metro cúbico de agua utilizada. Los ranchos 5, 4, 1, 3 y 6 son relativamente estables en este parámetro, el rancho 2 tuvo una EUA más dispersa del resto de los ranchos. El promedio de este parámetro fue de 3.10, lo cual indica que por cada metro cúbico de agua utilizado se producen 3.10 kilogramos de materia seca de forraje, lo cual es relativamente menor a la EUA reportada ( $3.50$  y  $4 \text{ kg m}^{-3}$ ) por Montemayor *et al.* (2012) y Rivera *et al.* (2013), pero superior a la que reporta Faz *et al.* (2006) la cual se encuentra entre  $1.77$  y  $2.81 \text{ kg m}^{-3}$ . Es importante destacar que los valores que superan nuestros valores de EUA fueron obtenidos en condiciones experimentales con el mayor control de las variables que afectan la productividad del cultivo. Otros autores reportan resultados similares en EUA y van de  $3.63$  a  $3.64 \text{ kg m}^{-3}$  (Howell *et al.*, 2008). Del Cuadro 3 también puede notarse que los ranchos que están equipados de pivote central (1, 5 y 6) y que son los que poseen mayor superficie son los que tienen mayor uso en volumen del agua por hectárea, en este tipo de ranchos convendría trabajar en dos posibles aspectos: aumentado la eficiencia de aplicación de estas máquina, transferencia tecnológica (capacitaciones y cursos) y en el peor de los casos recomendar a que emigren al uso de sistemas de riego por goteo, pues los ranchos 2 y 3 presentan los usos del agua más bajos de

los ranchos considerados en el estudio. El rancho 4 que aún riega por gravedad presenta uno de los valores más bajos en EUA.

Cuadro 3. Parámetros de manejo del agua y productividad del cultivo

Rancho	Volumen de agua total (R+PP) (m <sup>3</sup> )	Superficie (ha)	Volumen por hectárea (m <sup>3</sup> )	Rendimiento de forraje seco (Kg ha <sup>-1</sup> )	EUA (kg m <sup>-3</sup> )
2	3639.71	0.598	6086.47	25269.39a	4.15
3	10925.44	1.72	6352	16804.18b	2.65
6	443091.7	57.28	7735.54	24701.79a	3.19
5	331121.67	34.46	9608.87	26386.25a	2.75
1	148763.11	18.10	8218.96	23540.82a	2.86
4	13578.88	1.67	8130	24228.30a	2.98
Promedio	=	=	7688.64	23488.455	3.10

### CONCLUSIONES

Se determinó la eficiencia del riego y la eficiencia en el uso del agua en seis ranchos modelo del estado de Aguascalientes.

Los dos ranchos con sistema de goteo presentaron eficiencias bajas pero se realizaron las recomendaciones que podrían aumentar la eficiencia.

De tres ranchos con pivote central, dos presentan eficiencias de trabajo aceptables pero que podrían mejorarse para reducir el volumen de agua utilizado principalmente en el rancho 5.

El rancho que opera con riego por gravedad presenta una eficiencia aún más baja a la mínima aceptable en esta modalidad.

El valor de la EUA en maíz en la región se encuentra entre 2.75 y 4.15 kg ha<sup>-1</sup>, y es el sistema goteo el que presenta el valor más alto.

### BIBLIOGRAFÍA

- Batchelor, Ch., Ch. Lovell and M. Murata. 1996. Simple microirrigation techniques for improving irrigation efficiency on vegetables gardens. *Agricultural Water Management*. 32. 37-48.
- Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by sprinkling. University of California agricultural Experiment station. Bulletin 670.
- Faz, C. R., U. Figueroa V., R. Jasso I. y L. H. Maciel P. Fertilización y riego; En: Núñez, H. G. (comp.). Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. Torreón, Coah; México. INIFAP. Pp. 141-173.
- Hermann, D.F. y Hein, P.R. 1968. Performance Characteristics of self-propelled center pivot sprinkler Irrigation system. *Transactions of the ASAE*, 11(1):11-15.
- Israelsen, O. W. 1963. Principios y prácticas del riego. Reverté. Barcelona, España. 344 p.

- Mejía, S.E.; Palacios, V.E.; Exebio, G.A.; Santos, H.A.L. 2002. Problemas operativos en el manejo del agua de riego en los distritos de riego. *Terra*. 20:217-225.
- Montemayor, T. J. A.; O. Ramírez J., F. Hernández M., S. Bravo R., L. Rodríguez J. A., S. Sosa E., C. López J., R. Ríos J. C. y Ch. Galicia J. A. 2007. Consumo de agua de maíz forrajero con riego subsuperficial. *Terra*. 25: 163-168.
- Palacios, V. E. 2002. ¿Por qué, cuándo, cuánto y cómo regar? Trillas. México, D. F. 214 p.
- Rivera, G. M., M. Palomo R., A. Anaya S., A. Reyes G. y J. G. Martínez R. función de producción hídrica para maíz forrajero en riego por goteo subsuperficial. 2013. *Agrofaz*. 13: 17-22.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2011. *Water Ethics and Water Resource Management*. UNESCO. Bangkok, Thailand. 84 p.

## **EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA CON ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS EN AGUASCALIENTES.**

**<sup>1</sup>Osías Ruíz Álvarez, <sup>1</sup>Manuel A. Galindo reyes, <sup>1</sup>Arturo Corrales Suastegui, <sup>1</sup>Luis A. González Jasso y <sup>1</sup>Luis A. Díaz García.**

<sup>1</sup>Campo Experimental Pabellón. Kilómetro 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Ags. Correo: [ruiz.osias@inifap.gob.mx](mailto:ruiz.osias@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

La información meteorológica es de gran importancia para el desarrollo de la agricultura moderna. En 2004 inició un proyecto del gobierno federal consistente en establecer una red de estaciones meteorológicas automáticas sobre la república, el primer estado en incorporarse a esta tecnología fue Aguascalientes donde se estableció un número de estaciones automáticas que a la fecha ha incrementado considerablemente (González *et al.*, 2007). Estas estaciones son administradas por el Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos que se encuentra en el Campo Experimental Pabellón, es a ahí donde en tiempo real llegan diferentes registros del estado del tiempo (temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar, temperatura del punto rocío y precipitación).

En virtud de la amplia gama de elementos del tiempo que se registran en estas estaciones, se tiene la posibilidad de aplicar dicha información en un número amplio de aplicaciones, entre ellos, agricultura de temporal y de riego, investigación, estudio de riesgo en actividades comerciales y de protección civil. En lo que se refiere a la agricultura de riego principalmente por el ambiente que caracteriza al estado de Aguascalientes, la aplicación inmediata de la información meteorológica tiene la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ), variable que se refiere a las pérdidas de agua de un pasto de referencia con altura uniforme (0.12 m) que crece activamente y que no presenta limitaciones de agua (Allen *et al.*, 1998). Esta variable meteorológica es elemental para conocer el potencial de absorción de agua de la atmósfera, es una función de la energía potencial y es la base para estudios de hidrología, calentamiento global, clasificaciones climáticas y estudios de cuencas principalmente en zonas áridas donde el agua es escasa y valiosa (Campos, 2005).

Esta variable meteorológica ha sido ampliamente estudiada a nivel mundial, no así en la superficie total de México ni para regiones locales donde el sector hidro-agrícola la requiere para el manejo del agua en el riego el cual es mayoritariamente común en regiones del Norte.

El presente trabajo tuvo como objetivos: estudiar la  $ET_0$  en una red de 27 estaciones automáticas en el estado de Aguascalientes, obtener el valor acumulado mensual promedio de

ET<sub>0</sub> en cada estación meteorológica y describir el comportamiento espacial de esta variable a escala mensual y anual.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó información diaria de 27 estaciones de la red del INIFAP en un período de tres años. La ubicación de las estaciones en el estado de Aguascalientes se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Distribución espacial de 27 estaciones meteorológicas automáticas en Aguascalientes.

### Modelo empírico utilizado

En la actualidad el modelo estandarizado para estimar ET<sub>0</sub> y avalado por la Comisión Internacional de Riego y Drenaje y la Organización Meteorológica Mundial (WMO) es el método de Penman-Monteith modificado por la FAO. Debido a la precisión del modelo, este ha tenido gran aceptación y ha sido usado ampliamente en diferentes estudios enfocados al manejo del agua (Allen *et al.*, 1998). El modelo se describe a continuación:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \left( \frac{900}{T+273} \right) u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Donde R<sub>n</sub> es la radiación neta en la superficie del cultivo de referencia (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>), G es el flujo de calor del suelo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>), T la temperatura media del aire a dos metros de altura (°C), u<sub>2</sub> la velocidad del viento a dos metros de altura (m s<sup>-1</sup>), e<sub>s</sub>-e<sub>a</sub> el déficit de presión de vapor (kPa), Δ pendiente de la curva de presión del vapor (kPa °C<sup>-1</sup>) y γ la constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>).

Algunas variables del modelo anterior que no se determinan en forma directa, se obtuvieron de manera indirecta mediante los procedimientos que recomienda la FAO, estas variables son:

Cuadro 1. Clasificación de variables por tipo.

Tipo de variable	Nombre de la variable
Atmosférica	La constante psicrométrica
	Presión media de vapor a saturación
	Presión real de vapor
Radiación	Radiación de onda corta
	Radiación extraterrestre
	Velocidad del viento

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento mensual de  $ET_0$

En la Figura 2 se presenta la variación espacial mensual de  $ET_0$  en Aguascalientes. Esta variación se debe principalmente a las características geográficas del estado, y a que en cada región varía el patrón de los elementos del tiempo atmosférico (Xuet *al.*, 2006). En la Figura 2 puede apreciarse también que de noviembre a enero los valores espaciales son bastante similares, para este período el rango va de los 60 a 120  $mm\ mes^{-1}$ . Sin embargo la superficie predominante es con  $ET_0$  de 90 a 105  $mm\ mes^{-1}$  y la menor de 105 a 120 y 60 a 75  $mm\ mes^{-1}$ , es importante destacar que es este período en el que se presentan los valores más bajos de  $ET_0$ . El mes de febrero presenta un carácter de transición entre los meses fríos (invernales) y cálidos (primaverales), en este mes predomina la superficie con valores de 105 a 120  $mm\ mes^{-1}$ ; de este mes en adelante, conforme el ambiente empieza a calentarse, aparecen pequeños áreas con  $ET_0$  de 120 a 135  $mm\ mes^{-1}$ . De marzo a mayo se presentan los valores más altos, en este mes la mayor parte de la superficie presenta valores superiores a 150  $mm\ mes^{-1}$ , seguido del rango de 135 a 150  $mm\ mes^{-1}$  y una superficie muy pequeña presenta valores de 120 a 135  $mm\ mes^{-1}$ . Así como febrero fue transición entre meses frescos y cálidos, junio es transición entre meses cálidos y lluviosos; así sobre la superficie hidrocálida los valores de  $ET_0$  mensuales empiezan a descender, en este mes la superficie dominante tiene valores entre 135 a 150  $mm\ mes^{-1}$ . Julio y agosto fueron los meses más similares, su superficie dominante va de 105 a 120 y de 120 a 135  $mm\ mes^{-1}$ , la disminución que se presenta en estos meses se debe a que la lluvia ejerce un efecto amortiguador sobre las temperaturas y a un ligero descenso de estas debido principalmente a la menor disponibilidad de radiación para evaporar agua, esta menor radiación se debe a mayor nubosidad. Septiembre y octubre presentan una superficie dominante de 90 a 105  $mm\ mes^{-1}$  y de 105 a 120  $mm\ mes^{-1}$ .

En relación con el valor anual de  $ET_0$  este varía entre 1010.8 y 1801  $mm\ año^{-1}$  (Figura 2). El valor más bajo se ubica al lado noroeste, centro y sur de Aguascalientes; los mayores, están principalmente, en una transecto norte- sur y centro-oeste y al este del estado. El valor medio está alrededor de 1400  $mm$ .

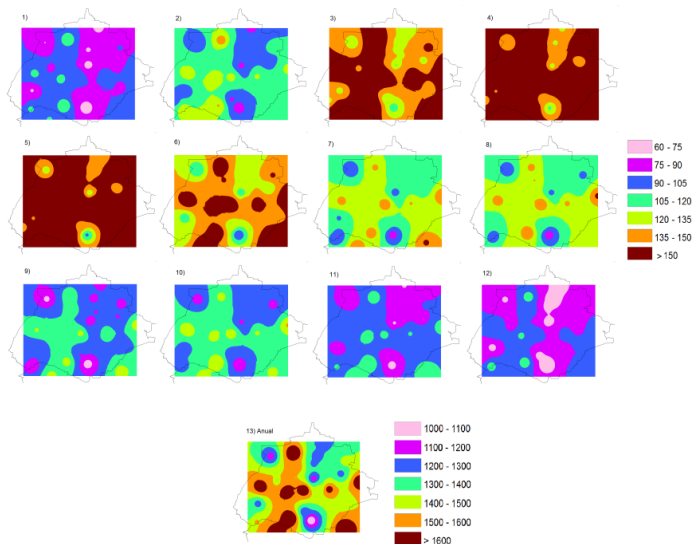


Figura 2. Variación espacial mensual y anual de  $ET_0$  en Aguascalientes.

Para apreciar los valores contrastantes de  $ET_0$  a lo largo del año en la Figura 3 se grafican líneas mensuales para tres zonas (norte, sur y este) diferentes del estado. La variación sobre los valores espaciales y mensuales de  $ET_0$  significa cambios considerables en la absorción de agua de la atmósfera y por tanto en las necesidades de riego de un cultivo en particular en las diferentes regiones agrícolas del estado. Ante la dispersión espacial y temporal en la absorción de agua por parte de la atmósfera se recomienda que los resultados encontrados se apliquen en el manejo del riego.

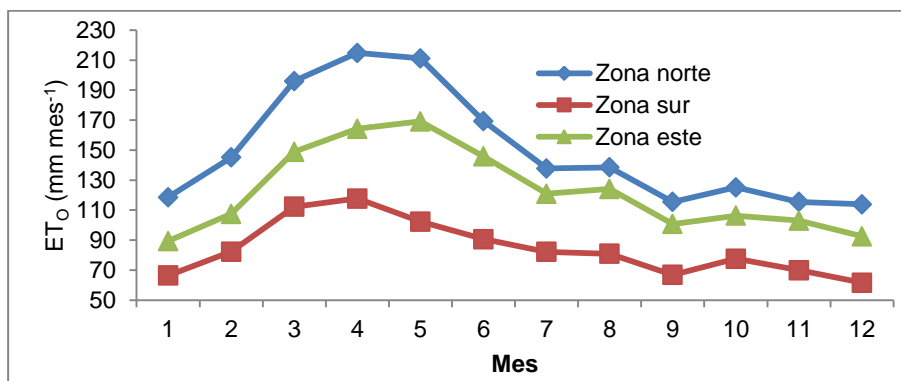


Figura 3. Patrón anual de  $ET_0$  en tres regiones agrícolas de Aguascalientes.



## **CONCLUSIONES**

Se estudió la  $ET_0$  mensual y anual en 27 estaciones meteorológicas automáticas de la República Mexicana.

En Aguascalientes  $ET_0$  presenta una amplia variación tanto en el tiempo como en el espacio.

Los valores mínimos mensuales de  $ET_0$  se presentan en algunos casos en diciembre y otros en enero. Mientras que los mayores valores anuales están en un transecto norte-sur, otro del centro al oeste y en forma separada en el lado este.

## **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 56. Roma, Italy.
- Campos, A. D. F. 2005. Estimación empírica de la ETP en la República Mexicana. Ingeniería Hidráulica en México. 20: 99-110.
- González, M. A.; Reyes, M. L.; Báez, G. A.; Ramos, G. J. y Delgado, J. 2007. Monitor Agrometeorológico Aguascalientes. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Aguascalientes, Aguas., México. 19 p.
- Xu, Ch.; Gong, L.; Jiang, T.; Chen, D. and Singh, V. 2006. Analysis of spatial distribution and temporal trend of reference evapotranspiration and pan evaporation in Changjiang (Yangtze River) catchment. Journal of Hydrology. 327: 81-93.

---

---

## ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO MEDIANTE SISTEMAS AUTOMATIZADOS Y PROTOCOLOS DE INTERNET

**Chávez Durán Álvaro Agustín<sup>1</sup>, Flores López Hugo Ernesto<sup>1</sup>, Juan Pablo Gutiérrez Bayardo<sup>1</sup>, De la Mora Orozco Celia<sup>1</sup>, Rubio Camacho Ernesto<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, C. P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.  
[chavez.alvaro@inifap.gob.mx](mailto:chavez.alvaro@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

La mayor superficie de los Sistemas de Producción Agrícolas (SPA) de México, se desarrollan en condiciones de riego y temporal, sin embargo todo SPA se constituye de cuatro componentes: clima, suelo, planta y el manejo que realiza el agricultor (Urbano y Moro, 1991). Tanto en modalidades de riego como de temporal, los cultivos están sujetos a las condiciones de clima y suelo del lugar, así como al manejo particular de cada agricultor. En este contexto, el clima y algunos elementos del suelo se consideran factores no controlables del SPA, así como algunos elementos del suelo y la planta son considerados como factores no controlables pero modificables (Turrent, 1986).

El clima al ser un factor no controlable en grandes áreas de los SPA, les da una condición con elevado grado de incertidumbre y por consiguiente, hace a la agricultura una actividad de alto riesgo de producción (Flores *et al.*, 2011). El patrón de comportamiento de la temperatura y la cantidad y distribución de la lluvia, es información que se ha utilizado para definir la respuesta de SPA, particularmente el riesgo del sistema y la productividad y rentabilidad que puede lograrse para una región o sitio particular (Towet *et al.*, 2011).

La combinación de los componentes clima, suelo y planta con las prácticas de manejo e insumos utilizados, constituyen una serie de interacciones de procesos tan complejos, que los hace difíciles de entender y con alto grado de incertidumbre en la toma de decisiones del agricultor, particularmente cuando los procesos ocurren en diferentes escalas de tiempo y espacio.

Ante la problemática descrita, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ha desarrollado en las últimas dos décadas un esquema de investigación para el manejo integrado de recursos naturales con base en el análisis de procesos de los factores clima, suelo y planta de los SPA. Estos estudios de INIFAP son los relacionados con el potencial productivo de los cultivos y factores ambientales limitantes y que reducen el rendimiento (Ruíz *et al.*, 2011; Flores *et al.*, 2010).

El análisis de los recursos naturales que ofrece un sitio o región para la producción agrícola con respecto al requerimiento de la planta en explotación se le conoce como potencial productivo. El conocimiento del potencial productivo para un cultivo es el primer paso para mejorar la productividad que puede lograr un sistema agrícola, pues en estas condiciones se esperaría el rendimiento más alto de manera natural, optimizando únicamente las prácticas de manejo e insumos, pretendiendo lograr una operación a bajo costo o con la mayor rentabilidad posible.

Los estudios del potencial productivo realizados por el INIFAP, han sido parte de las estrategias de modernización del campo y reconversión de la agricultura del Plan Nacional de Desarrollo, con el objetivo de caracterizar las condiciones de clima, suelo y topografía en que se produce e identificar áreas potenciales para la producción de diversas especies de uso agrícola, pecuario y forestal; de tal forma que los diagnósticos que resultan permitan planificar, diseñar esquemas teóricos de reordenamiento de uso de las tierras, y respaldar la toma de decisiones en el sector agropecuario y forestal (Gonzales *et al.*, 2002). Sin embargo, debido a la gran cantidad de información que debe de ser procesada y a factores propios de los seres humanos como la fatiga o distracción, suelen acarrear como resultado estimaciones erróneas o limitadas.

Tratando de dar solución a esta situación, se ha desarrollado un sistema informático capaz de estimar las capacidades del suelo para producir cultivos dependiendo sus características físico-ambientales de una manera automatizada, disminuyendo con ello la carga de trabajo de los encargados de esta tarea y ofreciendo un aligeramiento de sus problemas ya que, cuando la labor del analista no está tan sobrecargada, se reducen las decisiones erróneas y se aceleran los procesos en la toma de decisiones.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En términos generales se puede decir que cualquier tierra puede soportar cualquier tipo de uso siempre que se le suministren los insumos necesarios. La aplicación de estos insumos puede ser de tal magnitud que determine las condiciones de explotación. Sin embargo, cada unidad de tierra cuenta con sus propias potencialidades y limitaciones, así como cada cultivo cuenta con sus propios requerimientos biofísicos (Huddleston, 1984). Los insumos externos o mejoras se suelen expresar en relación con los costos económicos, energéticos o medioambientales que conlleven.

El objetivo fundamental del sistema desarrollado es estimar la capacidad propia de cada unidad de tierra para soportar un cultivo determinado sin deteriorarse durante un largo período de tiempo. En el sistema se han almacenado los conocimientos de los expertos del INIFAP para

obtener soluciones mediante deducción lógica de conclusiones, tratando de imitar el comportamiento de un experto humano en la estimación del potencial productivo agrícola.

El Sistema de Cálculo del Potencial Productivo utiliza como base conceptual los componentes de un sistema experto. El término Sistema experto se entiende como un nuevo tipo de software que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema y forma parte de los estudios que componen a la inteligencia artificial (Criado, 2002).

Una característica decisiva de los sistemas expertos es la separación entre conocimiento (reglas, hechos) por un lado y su procesamiento por el otro, a ello se añade una interfaz de usuario y una explicación de los procesos realizados (Naylor, 1983; Castro, 2002).

De esta manera, el Sistema de Cálculo del Potencial Productivo se encuentra dividido en los siguientes componentes:

a). La Base de Conocimientos. Almacena el conocimiento de los hechos y de las experiencias de los expertos, contiene todas las reglas y los procedimientos del dominio de aplicación que son importantes para la solución del problema.

b). Mecanismo de Inferencia. Simula la estrategia de solución de un experto. Es la unidad lógica con la que se extraen conclusiones de la base de conocimientos, según un método de solución del problema, imitando el procedimiento humano de los expertos para solucionarlo. De esta manera, existirá un hecho sólo cuando esté contenido en la base de conocimientos.

c). Componente Explicativo. Describe al usuario la estrategia de solución encontrada y el porqué de las decisiones tomadas. Intenta justificar su función rastreando hacia atrás el camino de la solución.

d). Interfaz de Usuario. Sirve para que éste pueda realizar una consulta en un lenguaje lo más natural posible. Es éste componente en el que el sistema se presentará ante el usuario.

e). Componente de Adquisición. Ofrece ayuda a la estructuración e implementación del conocimiento en la base de conocimientos.

A excepción de la interfaz de usuario, los componentes del sistema han sido desarrollados en el lenguaje de programación C, una de las ventajas más importantes de este lenguaje es su gran potencia de proceso y la portabilidad de sus ficheros fuente resultantes. Es decir, un programa

desarrollado en C se podrá ejecutar bajo plataforma Windows, Macintosh o en una máquina UNIX/LINUX, con mínimas modificaciones y una simple recompilación. Ésta es la principal razón que pasaron a segundo plano lenguajes como el Prolog o Clips los cuales fueron diseñados principalmente para realizar sistemas expertos sin embargo, su potencia de proceso no tiene comparación con el lenguaje C el cual aporta las herramientas necesarias para la resolución de problemas con técnicas de inteligencia artificial (Schildt, 1990).

La conexión directa entre el usuario y el sistema es la interfaz de usuario, la cual está conformada de un formulario desarrollado en lenguaje PHP enriquecido con programación Javascript utilizado para la recolección de información y comunicar a ésta con el sistema.

El Sistema de Cálculo del Potencial Productivo ha sido incluido como un módulo especial de la Plataforma de Información Agroecológica y su consulta puede realizarse desde la página web <http://piaej.com.mx/>.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado obtenido es un sistema automatizado con capacidad de estimar el potencial productivo desde un servidor central y comunicarse con los usuarios a través de protocolos de Internet. Para su ejecución, el sistema muestra una lista de cultivos disponibles, solicita que se especifique si el cultivo seleccionado será procesado en modalidad de riego o temporal, la zona de estudio, el ciclo del cultivo y la fecha especificada de siembra (Figura 1).



SISTEMA DE CÁLCULO DEL POTENCIAL PRODUCTIVO JALISCO

Formulario

Cultivo: Maíz

Tipo: TEMPORAL

Zona: Municipio

Municipio: Atotonilco el Alto

Mes: JUNIO (6)

Día: 15

Ciclo: Tardío

Calcular

Figura 1. Interfaz de usuario del Sistema de Cálculo del Potencial Productivo.

Terminado el proceso, el sistema presenta un zoom automático a la zona seleccionada en el formulario de ingreso y mostrará la distribución espacial de los resultados obtenidos (Figura 2).

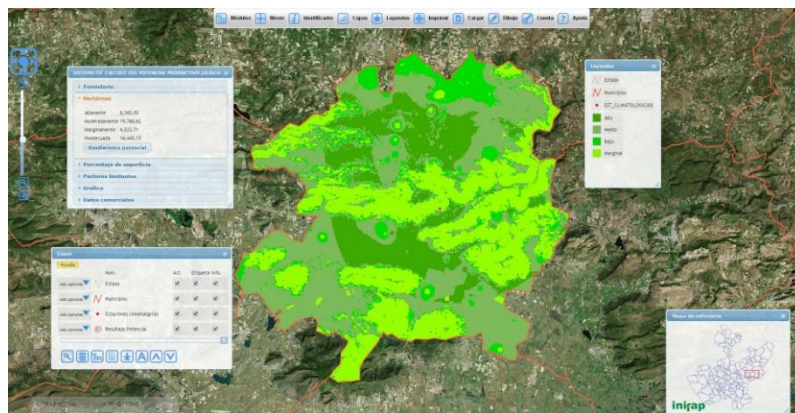


Figura 2. Distribución espacial resultante de la estimación del potencial productivo.

Así mismo, se mostrarán detalles resultantes del análisis, como superficie en hectáreas por nivel de potencial, porcentaje de restricción por factor limitante, Climograma y liga hacia datos comerciales (Figura 3).



Figura 3. Resultados de la estimación del potencial productivo.

El Sistema de Estimación del Potencial Productivo ha sido diseñado para ser utilizado tanto por expertos como tomadores de decisiones de diferentes niveles de gobierno, así como

investigadores, planificadores agrícolas, agricultores, asesores técnicos, consultores, académicos, estudiantes y personas que requieren información de tecnología agrícola.

## CONCLUSIONES

La aplicación de sistemas automatizados de modelación son herramientas valiosas que apoyan considerablemente el proceso de toma de decisiones. Dichas herramientas en conjunto con el manejo de información espacialmente referenciada desde plataformas Web Map, permiten el acercamiento a las tecnologías de información que ayudarán a nuestro país a estar en condiciones de competir con el resto de mundo mediante un desarrollo sustentable.

## BIBLIOGRAFIA

- Castro, M. 2002. Sistemas Expertos. Obtenido en la red mundial el 4 de Marzo de 2006: [http://strix.ciens.ucv.ve/~iartific/Material/PP\\_Sistemas\\_Expertos.pdf](http://strix.ciens.ucv.ve/~iartific/Material/PP_Sistemas_Expertos.pdf).
- Criado B., J.M. 2002. Introducción a los sistemas expertos. Obtenido en la red mundial el 2 de Marzo de 2006: [http://ingenieroseninformatica.org/recursos/tutoriales/sist\\_exp/cap1.php](http://ingenieroseninformatica.org/recursos/tutoriales/sist_exp/cap1.php).
- Flores L., H.E., García B., G., Pérez D., J.F., Ireta M., J., Ramírez V., H. y Castañeda V., A.A. 2010. e-campo: Sitio de internet para el apoyo de la transferencia de tecnología y la reconversión productiva de la ciénega de Chapala, México. In: memorias del XXIII Congreso Nacional, XXIII Congreso Nacional y III Internacional de Fitogenética. 27 de septiembre al 1 de octubre de 2010. Nuevo Vallarta, Nayarit, México.
- Flores L., H.E., Paredes M., R., Ruvalcaba G., J.M., De La Mora O., C., Pérez D., J.F. y Ireta M., J. 2011. Metodología para la evaluación del valor agregado del programa de maíz de alto rendimiento (PROEMAR) 2010 en Jalisco y Guanajuato. Libro Técnico Núm. 2. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jal. México. 162 p.
- González A., I.J., Ruiz C., J.A., Martínez P., R.A., Byerly M., K.F., Mena H., L., Osuna G., J.A. 2002. Determinación del potencial productivo de especies vegetales para el municipio de Tuxpan, Nayarit. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigaciones del Pacífico Centro. Campo Experimental Santiago Ixcuintla.
- Huddleston, J. 1984. Development and use of soil productivity ratings in the United States. E.U.A.: Geoderma.
- Naylor, C. 1983. Build your own expert system. Sigma Technical.
- Ruiz C., J.A., Flores L., H.E. y Manríquez O., J.D. 2011. Índices bioclimáticos y confort ambiental para ganado en Jalisco, México. INIFAP-CIRPAC-CECEAJAL. Libro técnico núm. 1.
- Schildt, H. 1990. C manual de referencia. Osborne/McGraw-Hill.
- Towet, P., I. Cooper, I. Partridge, C. Birch, and L. Harrington. 2011. Chapter 1. Principles and Their Application. Principles of a Systems Approach to Agriculture: Some Definitions and Concepts. Pp: 3-44. In: Rainfed Farming Systems. Tow, P., I. Cooper, I. Partridge, and C. Birch (Editores), Springer Science Business Media B.V. DOI 10.1007/978-1-4020-9132-2\_4, 101. Nueva York, USA.
- Turrent F., A. 1985. El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. Escritos sobre la metodología de investigación en productividad de agrosistemas. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. 25 pág.
- Urbano T., P. y R. Moro S. 1991. Sistemas agrícolas con rotaciones y alternativas de cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 134 pág.

---

---

## PLATAFORMA DE INFORMACIÓN AGROECOLÓGICA CONSTITUIDA SOBRE PROTOCOLOS DE INTERNET WEB MAP

**Chávez Durán Álvaro Agustín<sup>1</sup>, Flores López Hugo Ernesto<sup>1</sup>, Juan Pablo Gutiérrez Bayardo<sup>1</sup>, De la Mora Orozco Celia<sup>1</sup>, Rubio Camacho Ernesto<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Campo Experimental Centro Altos de Jalisco, CIR-Pacífico Centro, INIFAP, Km. 8 carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, C. P. 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.  
[chavez.alvaro@inifap.gob.mx](mailto:chavez.alvaro@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad el internet proporciona acceso a gran diversidad de información tanto escrita como audiovisual, produciendo una interacción directa entre los usuarios. Este carácter multimedia, asociado a otros factores como el aumento de la velocidad de transmisión de datos, el incremento en la potencia de procesamiento de las computadoras y la mejora de los algoritmos de compactación de datos, contribuyen en la disposición de grandes volúmenes de datos a nivel mundial.

En este contexto los sectores ligados a las geo-tecnologías están en posibilidad de proyectarse a través de las plataformas Web, gracias a las herramientas que son actualmente ofrecidas a los desarrolladores para poder crear, manipular, visualizar y editar mapas. Convirtiéndose así en una tecnología de gran potencial para ser explorada. Mediante el uso de los Web Maps se está en posibilidad de cubrir las necesidades de generación de mapas y de ser usados como herramientas alternas al mapeo en papel, ofreciendo mapas con aspectos animados, que tengan interacción con los usuarios, visualización desde diferentes escalas, habilitación y deshabilitación de capas de información, enfoque de contenidos específicos y lo mejor de todo, se extiende la posibilidad de que un mayor número de personas tengan acceso a la información.

Este tipo de aplicaciones combinan interfaces intuitivas y comandos de fácil entendimiento, permitiendo a diferentes usuarios con diferentes necesidades e intereses, tener acceso a la información de diferentes mapas. De acuerdo con Oliveira (2008), la forma de crear, recopilar, estructurar y compartir información geográfica ha cambiando drásticamente en el presente milenio pues el acceso y la distribución de los mapas en formato vectorial y las imágenes en un formato ráster son cada vez más presentes en el entorno de la Web , a través de portales de datos geográficos.

Las formas usualmente utilizadas en la disposición de datos geográficos en internet pueden clasificarse en dos grandes grupos, los estáticos y los dinámicos (Vasconcelos *et al.*, 2007). La disposición de datos geográficos de forma estática es expresada generalmente a través de archivos pre-existentes, en formatos característicos (jpg, bmp, gif, png, tiff), los cuales son



visualizados por el usuario. La disposición de datos de forma dinámica se realiza a través de soluciones Web Maps o también llamadas WebGIS, las cuales llevan implícito el análisis y procesamiento de datos, en otras palabras podrían considerarse como la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica para Internet (Marisco *et al.*, 2004).

Los Web Maps ofrecen a los usuarios la posibilidad de tener acceso a información geográfica de una forma interactiva y dinámica, haciendo uso de múltiples recursos un producto cartográfico interactivo puede convertirse en múltiples objetos activos al recuperar su información desde una base de datos que se actualiza constantemente. Las simbologías pueden ser representadas en nuevas ventanas, así como los colores que las simbolizan pueden ser cambiados al gusto del usuario, además los objetos pueden estar disponibles en diversos niveles de información a través de diferentes escalas utilizando las funciones de zoom. De esta forma, los Web Map se convierten en una interfase entre los usuarios de los datos geoespaciales contenidos en servidores que albergan las bases de datos, obteniendo una interacción hombre máquina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Fue instalado un servidor con conexión a internet, en dicho servidor se hace uso del Apache Server como servidor Web que es de código abierto y cuenta con el respaldo de diversas empresas que avalan su calidad (Microsoft, Hewlett-Packard entre otros) (Figura 1).

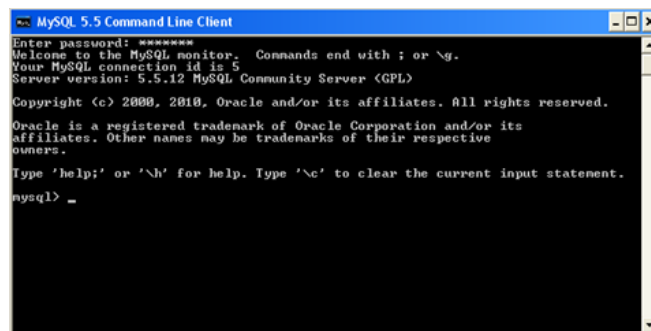


Figura 1. Apache Server como servidor Web.

Una de las ventajas más importantes de éste servidor es que es personalizable, la arquitectura modular de Apache permite construir un servidor hecho a la medida además, permite la implementación de los últimos y más nuevos protocolos. La administración de los archivos de

configuración de Apache, están en ASCII, por lo que tiene un formato simple y pueden ser editados tan solo con un editor de texto. Estos son transferibles, lo que permite la clonación efectiva de un servidor. El servidor puede ser administrado vía línea de comandos, lo que hace la administración remota muy conveniente. Se trata de un servidor muy eficiente pues se ha puesto mucho esfuerzo en optimizar el rendimiento del código “C” de Apache, obteniendo como resultado que sea rápido y consume menos recursos de sistema en comparación a otros servidores. Apache se ejecuta en una amplia variedad de sistemas operativos, incluyendo UNIX, Windows9x/NT, MacOS y varios otros. El soporte de Apache es provisto por “The Apache Group” o “La Fundación Apache”, una gran cantidad de usuarios muy dedicados a su comunidad, así como compañías que ofrecen versiones pagadas de Apache (Wainwright *et al.*, 2002; Laurie, 2002).

Como gestor de bases de datos, se ha implementado el MySQL, el cual es un gestor de bases de datos relacionales que agrega la flexibilidad y velocidad requerida a las consultas que en conjunto con la información de geometría y georreferencia que comparten los diversos datos tanto ráster como vectoriales. Mediante este gestor es posible almacenar grandes cantidades de información ya que gracias a su potencia y capacidad de gestión se optimizan los recursos del sistema (Figura 2).



```
MySQL 5.5 Command Line Client
Enter password: *****
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 5
Server version: 5.5.12 MySQL Community Server (GPL)

Copyright (c) 2000, 2010, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.
Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> _
```

Figura 2. Implementación de MySQL como gestor de bases de datos.

Las principales ventajas del uso de MySQL es que posee una gran velocidad al realizar las operaciones, lo que le hace uno de los gestores con mejor rendimiento y bajo costo en requerimientos para la elaboración de bases de datos, facilidad de configuración e instalación. Soporta gran variedad de Sistemas Operativos, existe baja probabilidad de corromper datos, incluso si los errores no se producen en el propio gestor sino en el sistema en el que está. Su conectividad, velocidad, y seguridad hacen de MySQL Server altamente apropiado para acceder bases de datos en Internet (Seyed *et al.* 2006; Dubois, 2013).

Como visualizador de datos espaciales se implementó el Mapserver, tanto su interfaz como diversas tareas del mismo han sido personalizadas a través de diversos lenguajes de programación (Figura 4).

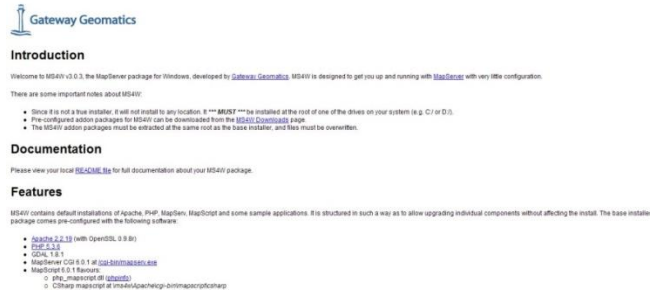


Figura 4. Implementación de Mapserver como visualizador de datos espaciales.

MapServer facilita el despliegue y carga de datos geográficos en formatos tanto ráster como vectorial (Anderson y Moreno, 2003). Posee un motor de renderización de datos geográficos Open Source escrito en C. Más allá de la navegación por datos de tipo geográfico, MapServer permite crear “mapas de imágenes geográficas” es decir, mapas de contenidos para los usuarios. La misma aplicación tiene capacidades de “motor de mapas”, proporcionando los contenidos espaciales a otras partes del sitio Web que las necesitan.

El sistema MapServer fue desarrollado inicialmente por el proyecto ForNet de la Universidad de Minnesota (UMN) en cooperación con la NASA, y el Departamento de Recursos Naturales de Minnesota, el MNDR (Minnesota Department of Natural Resources) y es ahora un proyecto de OSGeo. Lo mantiene un grupo creciente de desarrolladores distribuidos por todo el mundo. Un diverso grupo de organizaciones dan soporte al proyecto, proporcionando mejoras y mantenimiento, y se administra dentro de OSGeo por el MapServer Project Steering Comité (Kropla, 2005; Fu y Sun, 2010).

Adicionalmente es utilizada la Application Programming Interfaz (API) de BingMaps como mapa base de fondo. BingMaps es una plataforma de Mapeo Web producida por Microsoft que permite a los desarrolladores crear aplicaciones de ubicación de capas por encima de los mapas de Bing. Esto incluye imágenes de satélite, fotografías aéreas y modelos en tercera dimensión de la ciudades y terrenos (Kebeck, 2012).

Las herramientas e interfaces de la plataforma se desarrollaron mediante distintos lenguajes de programación entre los que destacan los siguientes:

- a) JQuery. Es una librería de Java Script, que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos HyperText Markup Language (HTML), manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción con la técnica Asynchronous Java Script And XML (AJAX) a páginas Web (Otero y Larsen, 2012; Rauschmayer, 2012). Esta herramienta permite tener una interacción con el servidor y realizar diversas tareas como las consultas de información, el despliegue de mapa al mover, alejar o acercar sin la necesidad de refrescar toda la página.
- b) Dojo. Ha sido utilizado para dar soporte para múltiples navegadores de Internet sin la necesidad de reescribir código (Russell, 2008).
- c) PHP. Este lenguaje de programación es utilizado principalmente para dar dinamismo a las aplicaciones que conforman a la plataforma interactuando directamente con el Mapserver (Welling y Thomson, 2008; Tatroeet *al.*, 2013). Entre sus múltiples funciones se encuentra el permitir hacer reproyecciones al vuelo y manejar diferentes tipos de fuentes de datos, como los shapefile, dxf e imágenes ráster.
- d) HTML5. Ha sido utilizado para la generación de gráficos que explican de manera sencilla los resultados de los cálculos realizados por los módulos especializados de proceso contenidos dentro de la plataforma.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado obtenido es una Plataforma de Información Agroecológica que ofrece a los usuarios la capacidad de consultar información perteneciente al sector agrícola, pecuario y forestal desde un escenario único, sencillo y versátil, contenedor de información con características espaciales, sin que sea necesario que el usuario sea experto en computación o en Sistemas de Información Geográfica para hacer uso de ella. La plataforma está diseñada para albergar

módulos de procesamiento de datos, los cuales realizan análisis para la toma de decisiones en áreas específicas del conocimiento. Tal es el caso del módulo contenedor del sistema de cálculo del potencial productivo, rendimiento potencial y riesgo de plagas. Actualmente cuenta con información específica para el estado de Jalisco, estando en posibilidad de expandirse al resto de la república. Su consulta puede realizarse desde la página web <http://piaej.com.mx/> (Figura 5).

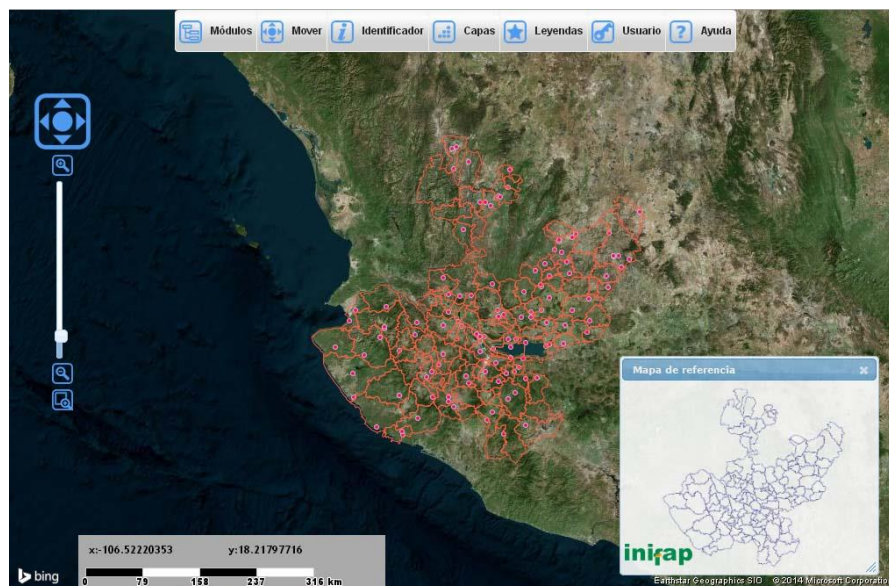


Figura 5. Interfaz gráfica de la Plataforma de Información Agroecológica.

## CONCLUSIONES

El manejo de la información espacialmente referenciada es una necesidad inevitable para la toma de decisiones en un mundo globalizado por esa razón, nuestro nivel de competitividad mucho dependerá de la disponibilidad y calidad de la información almacenada y procesada en bases de datos espaciales. La aplicación de sistemas automatizados de modelación son herramientas valiosas que apoyan considerablemente en ese proceso de toma de decisiones marcando la pauta para el desarrollo de investigaciones de vanguardia. El presente trabajo es clara muestra de ello, a partir de las herramientas que se han desarrollado es posible establecer las bases de diversos estudios y compartir información con usuarios desde cualquier parte del mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, G. y Moreno S., R. 2003. "Building web-based spatial information solutions around Open Specifications and Open Source Software." *Transactions in GIS* 7(4): 447-466.
- DuBois, P. 2013. *MySQL Developer's Library*. ISBN: 0321833872.
- Fu, P. y Sun, J. 2010. *Web GIS: Principles and Applications*. ISBN: 158948245X.
- Kebeck, J. 2012. *Bing Maps Developer's Guide*. ISBN: 0735652457.
- Kropka, B. 2005. *Beginning MapServer Open Source GIS Development*. ISBN: 1590594908.
- Laurie, B. y Laurie, P. 2002. *Apache: The Definitive Guide*. ISBN 0596002033.
- Marisco, N., Philips, J. Y Pereira, H. R. 2004. Protótipo de Mapa para Web Interactivo: *Revista Brasileña de Cartografía*, v. 1, n.56, p. 75 – 87.
- Oliveira, E.F. 2008. Los nuevos rumbos del Internet. *Revista Info-GEO*.
- Otero, C. y Larsen, R. 2012. *Professional jQuery*. ISBN: 9781118026687.
- Rauschmayer, A. 2012. *The Past, Present, and Future of JavaScript*.
- Russell, M.A. 2008. *Dojo: The Definitive Guide*. ISBN: 0596516487.
- Sayed, M.M., Tahaghoghi y Williams, H. 2006. *Learning MySQL*. ISBN: 0596008643.
- Tatroe, K., MacIntyre, P. y Lerdorf, R. 2013. *Programming PHP*. ISBN: 1449392776.
- Vasconcelos, T. L., Leite, E. P. y Barros F. M. 2007. Disponibilidad de los datos en la Internet. II Congreso de investigación y de Innovación Red Norte Noreste de Educación Tecnológica (CONNEPI).
- Wainwright, P., Link, M. y Sarang, P. 2002. *Professional Apache 2.0*. ISBN-10 1861007221.
- Welling, L. y Thomson, L. 2008. *PHP and MySQL Web Development*. ISBN: 9780672329166.

## **EFFECTO DE LOS MICROORGANISMOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO EN LA GERMINACIÓN DE *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto.**

**F. Castillo-Reyes<sup>1\*</sup>, J. David Sánchez-Chaparro<sup>1</sup>, Sandra E. Rangel-Estrada<sup>2</sup> y Jaime Canul-Ku<sup>2</sup>.**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <sup>1</sup>Campo Experimental Saltillo, <sup>2</sup>Campo Experimental Zacatepec. E-mail: [reyes.francisco@inifap.gob.mx](mailto:reyes.francisco@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

En México existe un listado de especies vegetales consideradas bajo estatus de riesgo en una NOM; dentro de ésta, se encuentran especies de la familia cactaceae (Hernández y Godínez, 1994; NOM-059-Sermanat-2010). La cual se distribuye en la región semiárida del país (Arreola, 1997). Que se caracteriza por un bajo régimen de lluvia, lo que limita su capacidad de reproducción de forma natural. Aunado al complejo problema social, económico y político causado por el crecimiento poblacional, han ejercido sobre el recurso forestal una gran presión que ha generado destrucción y deterioro en la calidad del medio ambiente y baja productividad de estos recursos de forma natural (Alanís y Velazco, 2008; Hernández *et al.*, 2007), por lo que es necesaria la búsqueda de métodos y técnicas que permitan la producción intensiva de las especies que componen esta familia. Dentro de los factores que afectan la germinación de semillas se encuentran los internos (intrínsecos) propios de la semilla, madurez y viabilidad (Mápula *et al.*, 2008) y factores externos (extrínsecos) que depende del ambiente como el agua, temperatura, luz y gases (Muro *et al.*, 2013; Doria, 2010; Méndez *et al.*, 2006). Actualmente existen en la literatura un gran número de técnicas y uso de agentes físicos y químicos para acelerar el proceso de germinación (Doria, 2010), sin embargo, el uso de agentes biológicos es limitado. La utilización de microorganismos benéficos ha tenido una amplia difusión en los últimos años, debido a su efecto positivo sobre el rendimiento de muchos cultivos en distintas situaciones y a la factibilidad de permitir desarrollar una agricultura orgánica (Soroa *et al.*, 2009). Los inoculantes microbianos representan una tecnología que mejora la productividad del sistema agropecuario a largo plazo y es considerada como una tecnología limpia, alineada con principios de la agricultura sustentable. Varios microorganismos son utilizados en la práctica agrícola habitual, y otros tienen potencialidad para ser utilizados en el futuro (Soroa *et al.*, 2009). Los efectos por el uso de los tratamientos biológicos pueden ser directos o indirectos (Ferrera y Alarcón, 2001), entre los primeros se encuentran la fijación de nitrógeno atmosférico, absorción incrementada de agua y nutrientes, así como la producción de reguladores del crecimiento, tales como auxinas, citocininas y giberelinas (Gómez *et al.*, 2013). Entre los efectos

indirectos se incluyen la producción de sustancias que inhiben el desarrollo de patógenos vegetales (Gómez *et al.*, 2013; Castillo *et al.*, 2010; Guillen *et al.*, 2006; Loredó *et al.*, 2004). Debido a las consideraciones anteriores en el efecto benéfico del uso de agentes microbianos en la aceleración del proceso de germinación en diferentes especies vegetales y a que no se cuenta con información en el proceso de germinación de especies de cactáceas, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diversos microorganismos en el proceso de germinación en semillas de *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Especie vegetal estudiada

La especie utilizada es endémica de México y sus plantas son susceptibles de ser colectadas con fines ornamentales. La colecta de semilla de *Echinocactus platyacanthus*, se llevó a cabo en la “Subestación Experimental La Sauceda” perteneciente al Campo Experimental Saltillo (INIFAP) durante el período 2012-2013. Este sitio se localiza en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila, México y se encuentra en las coordenadas: Longitud: 101.31588528 W y Latitud: 25.84724417 N.

### Determinación del efecto de microorganismos en el proceso germinativo

El trabajo de campo se realizó en el invernadero de producción de plantas ornamentales del Campo Experimental Saltillo-INIFAP, que se localiza en la región sureste del estado de Coahuila, comprendido en el Desierto Chihuahuense. Después de la recolección de los frutos se obtuvieron sus semillas, mismas que se almacenaron en frascos de vidrio transparente en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente. Para la evaluación de la germinación se empleó un diseño experimental al azar formado por un factorial de 3 x 5 que consistieron en: 1) lavado y sanitizado de semilla, 2) forma de aplicación del biológico a la semilla (adherido a la semilla o agregado al sustrato), 3) uso de cubierta en el proceso de germinación. Los biológicos utilizados fueron *Trichoderma* sp., *Bacillus* spp., Rhizobacterias y halófitas, Micorriza y agua (Testigo). La unidad experimental consistió de 30 semillas. Se realizaron cuatro réplicas por tratamiento. Previo al establecimiento del experimento las semillas a ser tratadas se lavaron en masa en una solución de hipoclorito de sodio al 10% durante 5 min. Posteriormente, las semillas se enjuagaron en agua destilada por tres ocasiones. Al final se dejaron secar al ambiente y fueron distribuidas en cada charola germinativa de acuerdo a los diferentes factores bajo estudio que fueron: 1) Semilla lavada y desinfectada, biológico agregado al sustrato y uso de cubierta protectora de humedad. 2) Semilla sin lavar, biológico adherido a la semilla y uso de cubierta protectora de humedad. 3) Semilla lavada y desinfectada, biológico adherido a la semilla y sin



cubierta protectora de humedad. Las charolas germinativas con las unidades experimentales se mantuvieron dentro de un invernadero cenital de ventilación pasiva bajo condiciones ambientales imperantes durante su desarrollo. La temperatura promedio diaria osciló de 5°C como mínima a 40°C como máxima. Las cajas se revisaron diariamente para su evaluación al cuantificar el número de semillas germinadas (cuya radícula fue visible). El período de observación fue de 20 días, debido a que al llegar a ese tiempo los porcentajes de germinación se estabilizaron. Las variables de respuesta fueron: 1) porcentaje de germinación, 2) estimado sobre el total de semillas sembradas en cada unidad experimental.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de microorganismos estimuladores del crecimiento vegetal en la germinación de semilla de cactácea lavadas, agregados al sustrato y uso de cubierta protectora.

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en el porcentaje de germinación entre tratamientos, es decir, el uso de microorganismos promotores del desarrollo vegetal promueve la aceleración en el proceso de germinación en semillas lavadas de la cactácea *E. platyacanthus*. El tratamiento que presentó el mayor porcentaje de germinación fue *Trichoderma* spp., seguido de *Bacillus* spp. en contraste con el testigo a base de solo agua con 58, 54 y 34%, respectivamente (Figura 1a). Este porcentaje de germinación pudiera estar influenciado por el rango de temperatura prevaleciente durante el proceso de germinación que fue de 5 - 40°C, y según lo señalan diferentes autores la mayoría de las cactáceas tienen una germinación máxima a los 25°C y ésta disminuye a un 50% en los extremos de 17 y 34°C (Arredondo y Camacho, 1995; De la Barrera y Nobel, 2003). Sin embargo, los resultados muestran un porcentaje mayor en las semillas tratadas con los microorganismos promotores del crecimiento, lo que indica que existe un efecto directo de los microorganismos sobre la estimulación de germinación, este efecto puede ser por los diversos compuestos químicos producidos por dichos microorganismos, tal como la producción de reguladores del crecimiento, como auxinas, citocininas y giberelinas (Gómez *et al.*, 2013). Estos resultados son similares con Delgado *et al.*, (2010a y 2010b) y Flores *et al.*, (2008), quienes señalan que las semillas en el suelo interactúan con microorganismos que pueden romper la latencia de las semillas, dado a que los hongos, al atacar la testa, la escarifica sin afectar el endocarpio y de esta manera se puede reducir la resistencia mecánica para que la germinación de semillas con latencia fisiológica ocurra, promoviendo el desarrollo del embrión.

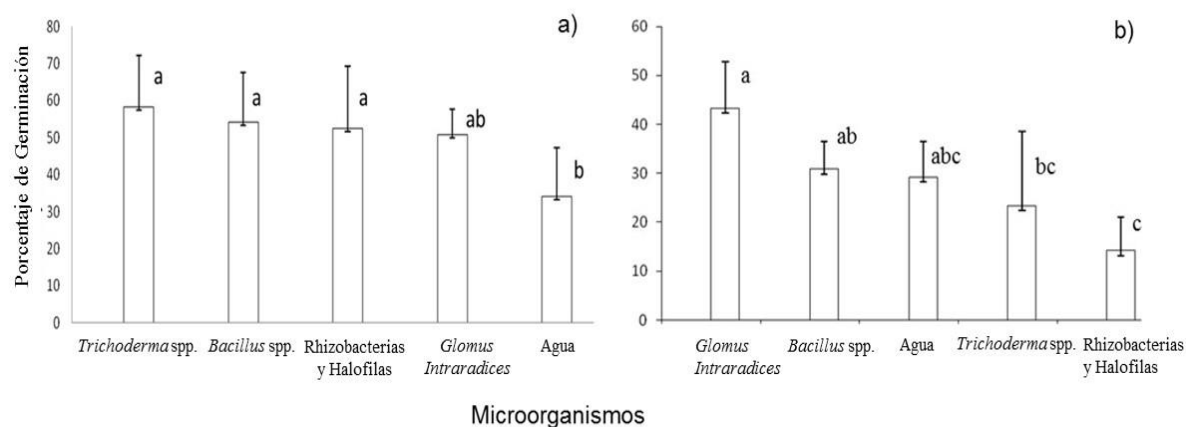


Figura 1. (a) Efecto de los MPCV en el porcentaje de germinación de semillas de la cactácea *Echinocactus platyacanthus*, cuando se usan en semilla lavada, agregados al sustrato y con cubierta protectora a los 20 días después de la siembra. (b) Efecto de los MPCV en el porcentaje de germinación de semillas de *Echinocactus platyacanthus*, cuando se usan en semilla no lavada, adsorbidos a la semilla y con cubierta protectora a los 20 días después de la siembra. CESAL-INIFAP, 2014.

Efecto de microorganismos estimuladores del crecimiento vegetal en la germinación de semilla de cactácea sin lavar y adsorbidos a la semilla con cubierta protectora.

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en el porcentaje de germinación entre tratamientos, el porcentaje varió de 14 a 43%, es decir, el uso de microorganismos promotores del desarrollo vegetal promueve la aceleración en el proceso de germinación en semillas de *E. platyacanthus*, sin lavar y adsorbidos a esta. El tratamiento que presentó el mayor porcentaje de germinación fue *Glomus intraradices*, seguido de *Bacillus* spp. en contraste con el testigo a base de solo agua con 43, 30 y 29%, respectivamente (Figura 1b). Sin embargo, el porcentaje máximo observado es menor al experimento anterior. Estas diferencias pudieran deberse a que los componentes de la fórmula del biopreparado adsorbidos a la semilla interfieren en el proceso de absorción de agua. El agua está considerada como el principal factor limitante del crecimiento en los ecosistemas naturales y artificiales (Landis *et al.*, 1994). Su presencia regula casi cualquier proceso vegetal, como la fotosíntesis, el proceso de germinación, etc., que disminuyen drásticamente conforme aumenta la escasez de agua (Kramer, 1983).

Efecto de microorganismos estimuladores del crecimiento vegetal en la germinación de semilla de cactácea lavadas y adsorbidos a la semilla sin cubierta protectora.

El análisis de varianza no detectó diferencias en el porcentaje de germinación entre tratamientos cuando no se emplea la cubierta protectora, aun cuando la semilla es lavada, siendo dicho porcentaje es igual a 0% en todos los tratamientos, es decir, el uso de

microorganismos promotores del desarrollo vegetal no promueve la aceleración en el proceso de germinación en semillas de la cactácea *E. platyacanthus*, sin lavar y adsorbidos a ésta cuando no se coloca la cubierta protectora.

Interacción del efecto del lavado, forma de incorporación del microorganismo al sustrato y uso de cubierta protectora en el proceso de germinación.

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas por efecto de las variables lavado (con hipoclorito de sodio), forma de incorporar el microorganismo (adherido a la semilla o al sustrato) y uso de cubierta protectora en la germinación de semillas de *Echinocactus platyacanthus* (Figura 2).

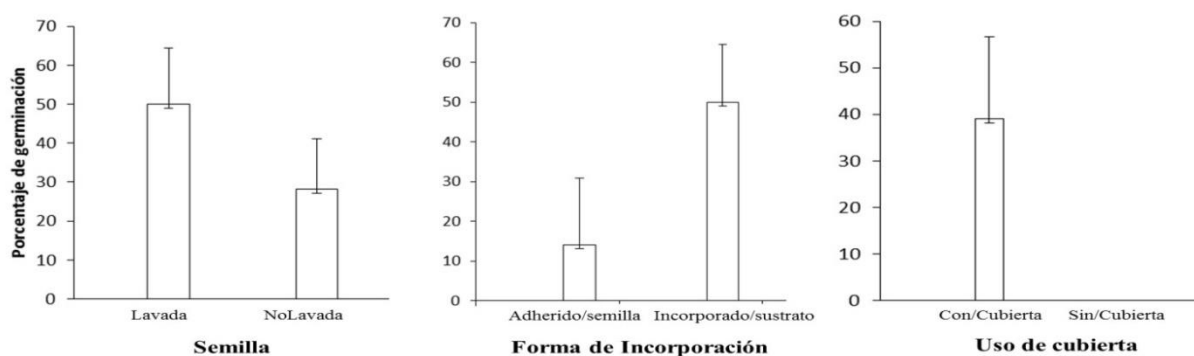


Figura 2. Efectos medios del sanitizado, forma de agregar el biológico y uso de cubierta en la germinación de semillas de *Echinocactus platyacanthus* en interacción con microorganismos PCV a los 20 días después de la siembra. CESAL-INIFAP, 2014

## CONCLUSIONES

Se encontró que las semillas de *Echinocactus platyacanthus* inoculadas con microorganismos promotores del crecimiento vegetal pertenecientes a las especies de *Trichoderma* spp. *Bacillus* spp. y *Glomus intraradices* tienen mayor germinación que las semillas control. Estos resultados muestran que los microorganismos juegan un papel importante en la promoción del proceso de germinación de las especies de *Echinocactus platyacanthus*; esto contribuye al conocimiento de la biología de la germinación de esta especie de cactus.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alanís FGJ y Velasco MCG (2008). Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México. Ciencia UANL XI (1):5-11.
- Arredondo GA y Camacho MF (1995). Germinación de *Astrophytum myriostigma* (Lemaire) en relación con la procedencia de las semillas y la temperatura de incubación. Cact. Sucul. Mex. 40: 34-38.
- Arreola NHJ (1997). Formas de vida y características morfológicas. En: CONABIO, SEMARNAP, UNAM y CUCC. Suculentas mexicanas Cactáceas. CVS Publicaciones. México. pp. 27-31
- Castillo F, Hernández D, Gallegos G, Méndez M, Rodríguez R, Reyes A and Aguilar N (2010). *In vitro* antifungal activity of plant extracts obtained with alternative organic solvents against *Rhizoctonia solani* Kühn. Ind. Crops Prod., 32(3): 324-328.

- De la Barrera E and Nobel PS (2003). Physiological ecology of seed germination for the columnar cactus *Stenocereus queretaroensis*. *J. Arid Env.* 53:297-306.
- Delgado SP, Ortega-Amaro MA, Rodríguez-Hernández AA, Jiménez-Bremont JF and Flores J (2010a). Further evidence from the effect of fungi on breaking *Opuntia* seed dormancy. *Plant Signaling & Behavior* 5(10):1229-1230.
- Delgado SP, Ortega-Amaro M, Jimenez-Bremont JF and Flores J (2010b). Are fungi important for breaking seed dormancy in desert species? Experimental evidence in *Opuntia streptacantha* (Cactaceae). *Plant Biol.*, 13:154-9.
- Doria J (2010). **Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento.** *cultrop*, 31(1): 74-85.
- Ferrera CR y Alarcón A (2001). La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Ciencia Ergo Sum* 8(2): 176-183.
- Flores J, Jurado E y Jiménez-Bremont JF (2008). Breaking seed dormancy in specially protected *Turbinicarpus lophophoroides* and *Turbinicarpus pseudopectinatus* (Cactaceae). *Plant Species Biol.* 23:44-7.
- Gómez RM, Villegas J, Sáenz-Romero C and Lindig-Cisneros R (2013). Effect of mycorrhization in the establishment of *Pinus pseudostrobus* in gullies. *Madera y Bosques* 19(3):51-63.
- Guillen CR, Hernández CFD, Gallegos MG, Rodríguez HR, Aguilar GCN and Padrón CE (2006). *Bacillus* spp. as biocontrol in infested soils with *Fusarium* spp., *Rhizoctoniasolani* Kühn and *Phytophthora capsici* Leonina and its effect on development and yield of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Rev Mex Fitopatol*, 23:105-113.
- Hernández HM y Godínez AH (1994). Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana*, 26:33-52.
- Hernández JG, Chávez RJ y Sánchez E (2007). Diversidad y estrategias para la conservación de cactáceas en semidesierto Queretano. *CONABIO: Biodiversitas* 70:6-9.
- Kramer PJ (1983). *Water relations of plants*. NY Academic Press. 489 p.
- Landis TD, Tinus RW, McDonald SE and Barnet JP (1999). *The container tree nursery manual. Seedling propagation*. Washington, D.C. USDA Forest service. Handbook 674 pp.
- Loredo OC, López-Reyes L and Espinosa-Victoria D (2004). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. *TERRA Latinoamericana*, 22(2): 25-239.
- Mápula LM, López UJ, Vargas HJJ and Hernández LA (2008). Germination and vigor of seed in *Pseudotsuga menziesii* de México. *Ra Ximhai*, 4:119-134.
- Méndez M, Dorantes A, Dzib G, Argáez J and Durán R (2006). Germinación y establecimiento de plántulas de *Pterocereus gaumeri*, una cactácea columnar, rara y endémica de Yucatán, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 79:33-41.
- Muro PG, Jurado E, Flores J and Sánchez-Salas J (2013). Effect of seed density in the germination of three species of *Astrophytum* (Cactaceae). *Gayana Bot.* 70(1):26-30.
- Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). 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. Publicada en diario oficial de México el jueves 30 de Diciembre de 2010.
- Soroa BMR, Hernández-Fernández A, Soto-Carreno F y Terry-Alfonso E (2009). Identificación de algunas especies de microorganismos benéficos en la rizósfera de *Gerbera* y su efecto en la productividad. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 15:41-48.

## **MEJORAMIENTO TECNOLÓGICO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA BOVINO CARNE EN AGOSTADEROS DURANTE TRES AÑOS CON SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN COAHUILA**

**Pedro Hernández Rojas<sup>1\*</sup>, Raymundo Vázquez Gómez<sup>2</sup>, Ruben D. Garza Cedillo<sup>3</sup>, Carlos Rios Quiroz<sup>4</sup>, Jorge A. Maldonado Jaquez<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Sitio Experimental Zaragoza-INIFAP\*, Carretera Zaragoza-Cd. Acuña Km 12.5, Zaragoza, Coahuila. México. [hernandez.pedro@inifap.gob.mx](mailto:hernandez.pedro@inifap.gob.mx), [herp1958@hotmail.com](mailto:herp1958@hotmail.com). <sup>2</sup>CENID-Microbiología-INIFAP, <sup>3</sup>Campo Experimental Rio Bravo, Tamaulipas -INIFAP. <sup>4</sup>Campo Experimental Saltillo-INIFAP. <sup>5</sup>Campo Experimental "La Laguna" Matamoros, Coahuila-INIFAP.

### **INTRODUCCIÓN**

El éxito económico de las empresas productoras de ganado de bovino de carne depende en gran medida del porcentaje de hembras que paren un mayor número de crías vivas por año, y a su vez del porcentaje de becerros destetados. Pero el logro de la eficiencia adecuada, depende de factores relacionados con los animales y su entorno, así como con aquellos relacionados con la toma de decisiones de los dueños o administradores de los ranchos, siendo en éstos últimos donde se incluyen los factores relacionados con la aplicación de tecnologías. Área que deberá fortalecerse debido a que es parte fundamental para mejorar la competitividad de la empresa (Villaret, 2004), puesto que esta es quien establece el intercambio directo, el diálogo y el asesoramiento técnico individual, medios clásicos para que sin duda alguna los ganaderos adopten nuevas tecnologías, mejoren técnicamente y/o se organicen mejor.

En los últimos 10 años, el sistema producto bovino carne, con una tasa promedio de 0.27% (915 cabezas de incremento promedio anual), fue la actividad con menor dinamismo, comparado con el sistema producto apícola miel, caprinos carne y caprinos leche, ovinos carne y bovinos leche; en cambio, en producción, reportó el mejor dinamismo con 3.2 a 3.6% (1637 a 3504 t), no así, en precio del producto y valor de la producción con un dinamismo de 4.7% (\$1.14) y 8 a 8.1% (99,905 a 104, 103 miles de pesos), superado sólo por el sistema apícola, al presentar éste un dinamismo promedio anual de 91% (\$ 29.0/kg) y 9.5% (579 miles de pesos) (Hernández y Fuentes, 2013).

No obstante, de acuerdo a las estadísticas de producción de carne en canal a nivel nacional de 1,628.1 toneladas métricas (tm), menos el consumo aparente de 1,966.3 tm más 31.0 tm de exportaciones, provoca un desabasto de 369.3 tm (SNIIM, 2009), déficit ocasionado por el bajo nivel tecnológico, a pesar de los apoyos en programas y extensionismo proporcionados en años anteriores, mismos que deben ser reorientados (Suárez DH y López TQ., 2009). Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar el mejoramiento tecnológico-productivo y económico de las

unidades de producción bovino carne bajo condiciones de agostaderos con servicio de asistencia técnica.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se llevó a cabo de Junio de 2008 a Marzo de 2010, en 7 grupos y 286 productores en promedio por año con sistema bovino carne bajo condiciones extensivas en agostadero en el área de influencia de los Distritos de Desarrollo Rural 002 Sabinas, 003 Frontera y 004 Saltillo, Coahuila, con asistencia técnica bajo la metodología de Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), con líneas de acción en organización, planeación, seguimiento, evaluación, capacitación y soporte técnico (SAGARPA-INIFAP, 2008). Durante el periodo de estudio, al inicio y al final de cada año, se evaluaron las actividades y tecnologías planeadas y usadas, las variables técnicas y las variables económicas, así como las capacitaciones realizadas a los productores. Para determinar el impacto tecnológico, se aplicó la siguiente fórmula:  $(\text{productores al final del período} - \text{productores al inicio del período})$ , para evaluar el porcentaje de uso y/o avance se calculó bajo la siguiente fórmula:  $(\text{Incremento del número de productores que realizan la actividad} / \text{número total de productores participando}) * 100$  y, para determinar el impacto de la mejora productiva, se logró con la aplicación de la fórmula:  $\text{número de vientres, peso de becerros promedio al destete, número de becerros destetados, producción promedio de carne de becerro en pie, número de becerros vendidos e ingreso por la venta de becerros, al final y al inicio, multiplicado por 100}$  (INIFAP, 2009). Para el cálculo de las variables estudiadas se utilizaron estadísticos (Programa Microsoft Office Excel, 2007).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El impacto de mejora y el porcentaje de avance en el mejoramiento tecnológico de las unidades de producción caprina durante 2008 a 2010 con programa de asistencia técnica y con el uso de 26, 22 y 25 actividades y/o componentes tecnológicos planteados por 413, 313 y 131 productores participantes de 10, 8 y 4 grupos por año, se muestra en la figura 1. En promedio se planteó implementar 24 acciones por grupo, pero solo ocho reportaron avances promedio mayores del 20% (23 al 37%), como 37% en la desparasitación, 34.5% en suplementación mineral, 31% en registros económicos, 30.5% en pesaje de ganado, 28% en registros técnicos, 27% en identificación numérica, 23% en siembras de forraje de corte y 23% en conservación de forraje en forma de heno.

En la misma figura 1, se aprecia un impacto en la mejora técnica de 43, 103 y 28 productores que usaron tecnología en cada año y un avance promedio anual de 11, 33 y 6%, en forma

respectiva y con avance general de 16.6%, clasificado como de uso medio de tecnología de acuerdo al rango de clasificación ( $\geq 9.0$  y  $\leq 17$ ), indicado por Cuevas *et al.*, (2013). El avance obtenido es mayor al 1% (63 vs 64%) reportado por la unión de GGAVATTEROS de Veracruz en un año (Leocadio *et al.*, 2001), y menor al 31% obtenido en caprinos en Zaragoza, Coahuila durante el período de 2003 al 2006 (Hernández, 2006); así como también al reportado en Zacatecas de 43 a 92% en tres años (Salinas *et al.*, 1997). El primero, argumenta que el bajo porcentaje obtenido, fue debido a la edad del productor, nivel tecnológico en que se encuentre y los recursos disponibles para el uso de tecnología de bajo costo.

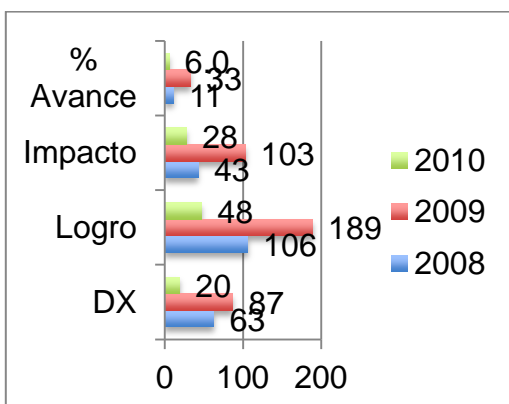


Figura 1. Impacto y avance tecnológico en las unidades de producción.

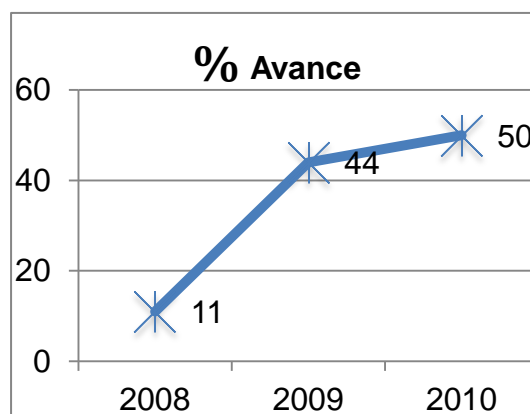


Figura 2. Mejora tecnológico en las unidades de producción.

Por su parte, en figura 2, se muestra el comportamiento del avance en la mejora tecnológica acumulada en las unidades de producción bovina de carne durante los tres años con servicio de asistencia técnica. Misma en la que se aprecia que en el tercer año, se obtiene un incremento acumulado del 50% en la mejora técnica, con el mayor avance en el segundo año con 33% (44-11%) y menor en el tercer año de 6% (50-44%), debido en gran parte al cambio en la coordinación del acompañamiento y seguimiento a los servicios de los técnicos, quienes ante la falta de seguimiento, no realizan un servicio comprometido y que se acentúa por la falta de una coordinación interinstitucional adecuada y por los recursos económicos escasos del productor.

Por otro lado, en la figura 3, se aprecia que de acuerdo al avance decreciente en el uso acumulado de tecnología implementada por área de manejo al tercer año se tiene a: sanidad, manejo general, alimentación, recursos naturales y reproducción-genética con 53%, 51%, 29%, 27% y 13%, respectivamente. Con avance anual promedio de 19.5% se tiene al área de sanidad, que de acuerdo a la clasificación para el uso de implementación de innovaciones en las unidades de producción (UP) (Cuevas *et al.*, 2013), ésta es de uso alto, al ser  $\geq$  a 17%,

mientras que el avance promedio anual de 15.5% y 9.5% para las áreas de manejo general y alimentación, son de uso medio al estar en el rango de clasificación ( $\geq 9.0$  y  $\leq 17\%$ ) y, con uso bajo, el área de reproducción-genética al reportar un avance promedio anual de 1.5%, menor al rango clasificatorio de  $\leq 9.0$ .

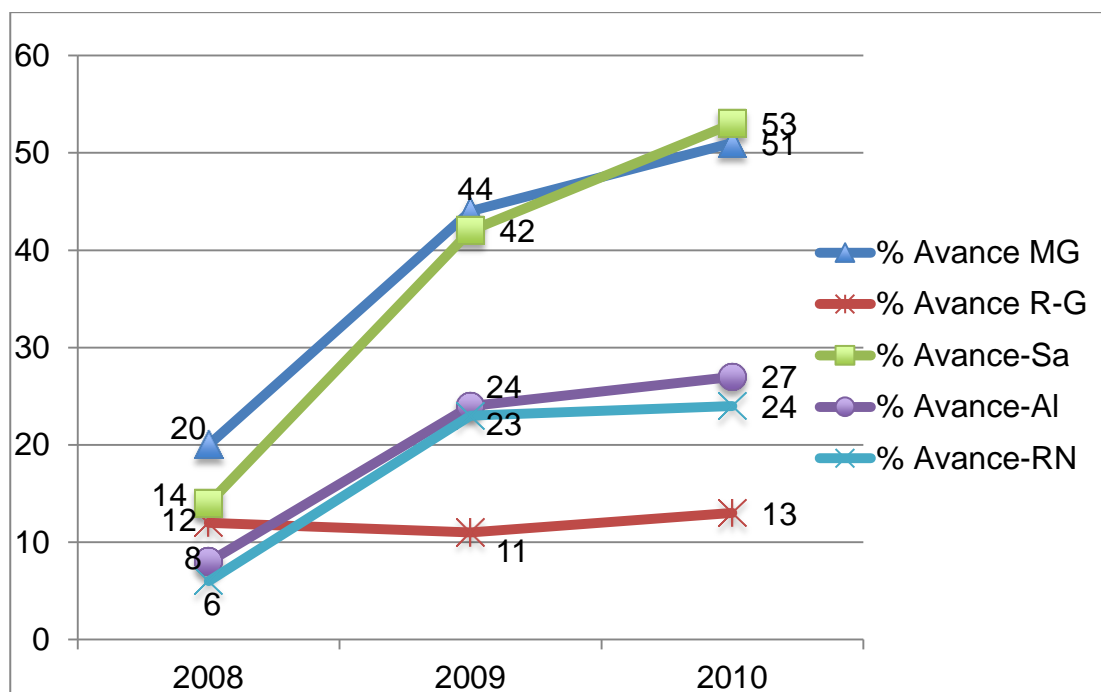


Figura 3. Avance en la mejora tecnológica de las unidades de producción bovina por área de manejo durante tres años.

Con respecto a las variables productivas y económicas en cuadros 1 y 2, se puede apreciar un impacto negativo en inventario de vacas vientre y con avance menor al 1%, no así, en peso promedio al destete de becerros al mejorar en 12 unidades, becerros destetados, producción de carne de becerro en pie, venta de becerros e ingreso económico por dicho concepto que mejoraron con avances del 5 a 23.7% con respecto al inicio.

### CONCLUSIONES

El trabajo permitió conocer el nivel de uso tecnológico obtenido y las variables productivas y económicas durante los tres años de servicio de asistencia técnica en las unidades de producción bovina de carne bajo la metodología GGAVATT, los cuales se consideran de uso alto y uso medio, resaltando las innovaciones de desparasitación, manejo general y alimentación. La asistencia técnica mejoró el nivel tecnológico e indicadores productivos y económicos de las unidades de producción. Dentro de los factores que limitan el uso de



tecnología, está el servicio de técnicos con debilidades técnicas y de bajo compromiso profesional, bajos ingresos económicos del productor e inadecuada coordinación interinstitucional y bajo nivel escolar del productor.

Cuadros 1 y 2. Variables productivas y económicas durante tres años en 286 unidades de producción caprina promedio en Coahuila.

<b>Cuadro 1. Variables Productivas</b>	<b>Impacto de mejora</b>	<b>Avance (%)</b>
Vientres (Núm)	-179	0.79
Peso promedio al destete (kg)	12	5.2
Becerras destetadas (Núm)	310	16.9
Producción promedio de carne de becerros en pie (ton)	84	26.6
<b>Cuadro 2. Variables Económicas</b>	<b>Impacto de mejora</b>	<b>Avance (%)</b>
Venta de Becerras (Núm)	275	16.8
Ingreso/Venta de becerros	984,163.00	23.7

#### BIBLIOGRAFÍA

- Cuevas RV., Baca del M.J., Cervantes EF., Espiosa GJA., Aguilar AJ., Loaiza MA. 2013. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Rev. Mex Cienc Pecu* 4(1): 31-46.
- Hernández RP (2006). Transferencia de tecnología en el GGAVATT "Desafío y Progreso" de Zaragoza, Coahuila. Resumen. [resumen], Memoria "Reunión Científica Agropecuaria y Forestal en Tamaulipas". Núm 2, Rio Bravo, Tamaulipas, México.120 p.
- Hernández RP., Fuentes RAS (2013). Identificación de Módulos Demostrativos Pecuarios a Implementar en el Estado de Coahuila. Documento [sin Publicar]. SAGARPA-INCA-INIFAP. Coahuila, México.78 p.
- Leocadio, CA., Del Ángel, SE., Chagoya, FJL. 2001. 2a. Evaluación anual 1999-2000 de la Unión de GGAVATT del norte de Veracruz.Mexico. Folleto técnico.p15.
- INEGI (2008). Anuario estadístico del estado de Coahuila. 240 p.
- Programa Microsoft Office Excel (2007). Estadísticos.
- SAGARPA-INIFAP (1998). EL Modelo GGAVATT, una estrategia de validación y transferencia de tecnología pecuaria. Campo Experimental La Posta. CIRGOC. Folleto informativo Núm. 1: 11 p.
- Salinas H., Flores RT., Falcón JA., Celaya G y Zegbe JA (1997). Mejoramiento tecnológico de unidades de producción caprina en Zacatecas. [resumen],memoria de la XXXIII Reunión nacional de investigación pecuaria. Veracruz, México. 426-427 p.
- SNIIM. 2009. Consumo nacional aparente de productos pecuarios seleccionados. <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010/Pecuarios.asp>.
- Suárez DH y López TQ. 2009. La ganadería bovina productora de carne en México. Situación actual. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México. <http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/hermilo.pdf>.
- Villaret A (2004). Las redes de ganadería y los proyectos de "asesoramiento y comunicación colectiva", metodologías y experiencias francesas para un enfoque moderno de la transferencia de tecnología. *En: memoria del Simposiums internacionales y conferencias magistrales de la XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Mérida, Yucatán, del 22 al 26 de noviembre de 2004, 15-33 p.*

---

---

## ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CALIDAD DE AGUA EN AFLUENTES DE LA REGIÓN DE PUEBLO NUEVO DURANGO, PARA EL DESARROLLO DE LA TRUTICULTURA

<sup>1</sup>Elizabeth Medina Herrera, <sup>2</sup>Adán González, <sup>1</sup>Eduardo Sánchez Ortíz; <sup>3</sup>Carmen Leticia Mar Tovar

<sup>1</sup>IPN-CIIDIR, Unidad Durango, <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Durango; <sup>3</sup>INIFAP Campo Experimental Valle del Guadiana, Durango. <sup>1</sup>Sigma 119 frac. 20 de Noviembre II, Durango, <sup>2</sup>Felipe Pescador 1830 Ote, Nueva Vizcaya, Durango, <sup>3</sup>Km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango.  
[lizzy\\_mhciidir@yahoo.com.mx](mailto:lizzy_mhciidir@yahoo.com.mx)

### INTRODUCCIÓN

La necesidad de contar con nuevas alternativas viables de producción ha propiciado que los productores orienten sus objetivos, entre otros, a la captación y uso eficiente del agua. La diversificación productiva en el área forestal brinda opciones para el uso de los recursos asociados al bosque, permitiendo disminuir la presión ejercida sobre los productos maderables y maderables no tradicionales fuente (Mar y col., 2012). Debido a esto en los últimos años, en el estado de Durango se ha promovido el desarrollo de granjas trutícolas en las zonas serranas, existiendo en la actualidad 75 localizadas en el Noroeste de los municipios de Topia, Tamazula, Otáez, Santiago Papasquiari y Pueblo Nuevo; y una en la parte sur de la del Mezquital (SAGARPA 2012). El cultivo de truchas requiere de corrientes de agua fría que no excedan los 18 °C (Jens, 1983), por lo que su ubicación de las granjas se encuentra cerca de manantiales y/o corrientes superficiales, se recomienda un caudal 5 L/s como mínimo un buen desarrollo de la trucha

El éxito del cultivo de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) depende en gran parte de la calidad del agua debido a que esta especie es muy susceptible a condiciones adversas del medio, el adecuado conocimiento de los requerimientos de la trucha contribuye a asegurar su óptimo desarrollo. El agua, además de que aporta oxígeno contiene suspendidos o disueltos una gran variedad de compuestos, ya sean naturales o productos de degradación biológica como los desechos del metabolismo (heces fecales) y por su composición y variabilidad fisicoquímica, condiciona los rendimientos de producción (Camacho y col., 2000; Castañeda Venegas, 2010)

Por lo tanto, es importante que se mantenga un monitoreo constante del agua que abastece a las granjas, para prever variaciones que puedan ocurrir y que puedan inducir a cambios importantes en la fisiología de los peces, que los haga más susceptibles a enfermedades (Fernández y col., 1990) o cause mortalidad masiva de organismo; sin embargo, en la mayoría

de las granjas no llevan a cabo análisis de calidad del agua ni antes de la entrada a las unidades de producción ni durante el proceso productivo,

Antes del establecimiento de una granja acuícola se deben realizar los estudios necesarios para determinar el potencial de producción con base a la calidad y cantidad de agua, sin embargo en la zona de estudio recientemente se llevaron a cabo trabajos de movimiento de suelo que han alterado la calidad del agua y consecuentemente afectan a los organismos.

Este trabajo se enfocó en realizar un análisis preliminar de la calidad del agua de entrada a los estanques de cultivo en tres granjas ubicadas en el municipio de Pueblo Nuevo, Dgo., y determinar si cumplen con los requerimientos establecidos para el cultivo de trucha (Tabla 4).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con tres granjas trutícolas localizadas en el municipio de Pueblo Nuevo, Durango pertenecientes a los ejidos de Borbollones, San Pablo y La Victoria. Las dos primeras se encuentran dentro de la región hidrológica 11, cuenca Río Presidio y subcuenca La Ventana RH11Db, en la Tabla 1 se muestra la ubicación de cada una de las granjas.

El tipo de cultivo que se lleva a cabo es intensivo, a través de canales de corriente rápida (Raceway) para las granjas San Pablo y Borbollones, en La Victoria son estanques en paralelo.

Tabla 1. Ubicación y características de las granjas.

PARÁMETRO	BORBOLLONES	SAN PABLO	LA VICTORIA
Latitud norte	23°47'35.82"	23°47'37.06"	23°45'73.2"
Longitud oeste	105°42'12.08"	105°33'19.37"	105°25'778"
No. Estanques	6	10	10
Volumen de estanques m <sup>3</sup>	16	24	100
Origen del agua de abastecimiento	Manantial	Manantial	Arroyo

Se llevaron a cabo tres visitas a cada una de las granjas en los meses de marzo a junio, realizándose la medición *in situ* de los parámetros: oxígeno disuelto (OD), % de saturación de oxígeno (% Sat), conductividad eléctrica (CE), pH y temperatura (T °C), por medio del medidor multiparámetro Q40D marca HACH, también se realizó el análisis para sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV), cenizas, amoníaco (NH<sub>3</sub>), así como grasas y aceites, para los cuales se tomaron muestras en botes de plástico limpios con capacidad de un litro, enjuagándolos previamente con la misma agua de entrada a los estanques. Para la determinación de amoníaco, las muestras se acidificaron añadiendo 1 ml/L de ácido sulfúrico concentrado

(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), para grasas y aceites se utilizaron frascos de vidrio y se acidificaron con ácido clorhídrico (HCl) 1:1.

Las muestras se guardaron en hielo y se trasladaron al laboratorio, donde se refrigeraron para su posterior análisis.

Las determinaciones de ST, SV y cenizas se realizaron según la NMX-AA-034-SCFI-2001. Determinación de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas- Método de prueba.

Para el amoniaco se determinó por el método colorimétrico, para aceites y grasas de acuerdo a la norma NMX-AA-005-SCFI-2000, también se realizó la medición de flujo del agua por medio del método volumétrico que consiste en tomar el tiempo de llenado de un recipiente calibrado, utilizando un cronómetro, se realizaron cinco mediciones y se descartaron la más alta y la más baja, promediándose las otras tres.

Para determinar si existían diferencias significativas entre las granjas, se aplicó un ANOVA a un  $\alpha$  de 0.05, así como una prueba de medias de Tukey, por medio del programa STATÍSTICA 7.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los flujos de entrada del agua de abastecimiento en las granjas, así como el tiempo de retención en los estanques.

Tabla 2. Flujo de agua y tiempo de retención en las granjas.

PARÁMETRO	BORBOLLONES	SAN PABLO	LA VICTORIA
Flujo de agua de entrada L/s	13	19	3.5
Tiempo de retención por estanque min	20.30	21.05	7.9 hr

Se observó que el agua de entrada de la granja La Victoria, contenía rastros de aceites, por lo que se incluyó dentro de los parámetros a analizar, contenido de grasas y aceites y contenido de nitrógeno amoniacal.

En cuanto a los resultados del análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas para los parámetros T °C, % Saturación y SV en las granjas (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del Análisis de Varianza para las Granjas.

EFECTO	T °C		% SATURACIÓN		SV mg/L	
	F	p	F	p	F	p
GRANJA	7.821	0.041	9.386	0.031	53.033	0.001

A un  $\alpha$  de 0.05

En la Tabla 4 se muestra los resultados de medias de Tukey con un nivel de significancia del 0.05, así como la comparación con los requerimientos de la calidad del agua para el cultivo de truchas.

Tabla 4. Tabla de medias de los diferentes parámetros y su comparación con los requerimientos para el cultivo.

PARÁMETRO	SAN PABLO	BORBOLLONES	LA VICTORIA	*REQUERIMIENTOS PARA EL CULTIVO
O.D mg/L	7.38 ± 0.19	7.53 ± 0.47	7.36 ± 0.46	> 5
T °C	12.95 ± 0.64 **a	13.43 ± 3.20 a	9.53 ± 1.71 b	9.0 a 17.0
CE µS/cm	43.17 ± 13.80	39.80 ± 3.18	34.17 ± 14.07	
pH	7.75 ± 0.01	7.74 ± 0.15	8.04 ± 0.39	6.7 – 9.0
% SAT	95.23 ± 2.55 a	95.07 ± 1.27 a	87.93 ± 2.40 b	-
ST mg/L	87.33 ± 15.04 a	79.67 ± 18.01 a	48.67 ± 11.59 b	-
SV mg/L	45.67 ± 20.53	43.00 ± 20.22	25.10 ± 10.69	-
CENIZAS mg/L	41.67 ± 32.72	36.67 ± 5.86	23.57 ± 22.16	-
AMONIACO mg/L	0	0	0.02	< 0.012
<sup>1</sup> S.S.T mg/L	-	-	-	< 80
<sup>2</sup> S.D.T mg/L	-	-	-	< 400

\*Guía para el cultivo de trucha, Camacho et al, 2000

\*\*Letras diferentes indican diferencias significativas

<sup>1</sup>Sólidos Suspendidos Totales

<sup>2</sup>Sólidos Disueltos Totales

Las granjas de San Pablo y Borbollones no presentan grandes diferencias entre ellas en cuanto a los parámetros, estadísticamente tienen la misma calidad de agua y se encuentran dentro de las especificaciones requeridas para el cultivo de truchas, no se encontró presencia de amoníaco ni de grasas y aceites en el agua de alimentación de estas granjas.

La cantidad más baja de ST es en La Victoria con 48.67 mg/L, así como cenizas y SV con 23.57 y 25.10 mg/L respectivamente.

La granja “La Victoria” es la que muestra mayores diferencias con relación a las otras dos, ya que presenta los valores más bajos de temperatura y % de saturación (9.53 °C y 87.93 %), y el más alto para el pH (8.04), también se encontró la presencia de amoníaco (como N-NH<sub>3</sub>), con 0.02 mg/L, límite aceptable para acuicultura, sin embargo la presencia de grasas y aceites con valores de .4.17 mg/L pueden afectar la producción al dañar las branquias de las truchas y obstaculizar la obtención de oxígeno del agua. Los resultados obtenidos de esta granja se deben principalmente a la afectación por arrastre de partículas procedentes de disturbios ambientales en zonas aledañas.

Si bien el contenido de OD es el mismo estadísticamente en las tres granjas, en el % de saturación La Victoria presenta el valor más bajo con 87.93 %. En aguas superficiales una concentración de oxígeno próxima a la saturación, indica que no existen cantidades importantes de sustancias consumidoras de oxígeno (contaminación orgánica), (Llorca, 2009). En este caso, esta granja tiene el valor más bajo de SV (los sólidos volátiles son un indicativo de la cantidad de materia orgánica presente, Mihelcic *et al.*, 2008), lo que muestra la eficiencia en la remoción de éstos con el flujo de agua disponible y el diseño de los estanques. En el caso de las grasas y aceites presentes en los análisis pueden provocar una disminución en el porcentaje de Saturación, al no permitir el intercambio gaseoso con el ambiente.

El arroyo que abastece la granja “La Victoria”, pasa por cultivos y cría de vacas y cerdos, por lo que la calidad del agua para el cultivo de trucha se ve comprometida; además de que la supercarretera Durango-Mazatlán pasa por encima de este arroyo. Las granjas de Borbollones y San Pablo, se encuentran alejadas de centros de población y las fuentes de abastecimiento son manantiales, por lo que la el agua es más pura y de mejor calidad para el cultivo de la trucha.

### CONCLUSIONES

El agua que alimenta a las granjas de Borbollones y San Pablo, se encuentra dentro de los niveles requeridos para el cultivo de trucha, tanto en calidad fisicoquímica como en cantidad pues las dos tienen un tiempo de recambio por estanque de casi tres veces en una hora. En cuanto a La Victoria, el flujo de agua es muy poco para el tamaño de los estanques provocando que el tiempo de retención sea demasiado largo, lo que puede provocar que exista acumulación de contaminantes y mayor tiempo de contacto con los organismos en cultivo, si bien el contenido de OD, pH, temperatura y amoníaco se encuentran dentro de los límites establecidos, sin embargo la presencia de grasas y aceites puede provocar que el desarrollo de los organismos no se lleve a cabo en forma óptima

Es prioritario que el análisis de la calidad de agua y la fuente de abastecimiento sean unos de los factores que determinen el establecimiento de granjas trutícolas, pues incide en la producción esperada y rentabilidad como empresa.

La falta de vigilancia respecto a la descarga de residuos domésticos, agrícolas y pecuarios en arroyos propiedad de la nación es un contaminante que afecta considerablemente la calidad del agua no solo para abastecimiento de unidades acuícolas si no por la eutricación de cuerpos receptores (agua y suelo). Es necesario que las dependencias relacionadas al cuidado del ambiente, establezcan sitios permanentes de monitoreo para regular y sancionar estos aspectos

Este trabajo deriva del proyecto “Evaluación del Proceso del Cultivo de Trucha *Oncorhynchus mykiss* en el Municipio de Pueblo Nuevo Durango”, clave SIP20130519

## BIBLIOGRAFÍA

- Camacho B.E, Moreno R.M, Rodríguez G.M, Luna R.C, Vázquez H.M, 2000, *Guía Para El Cultivo De Trucha*, SEMARNAP
- Castañeda V. J. Á., 2010. *Producción de Trucha Arco Iris en la Zona Serrana del Estado de Durango. Región serrana de los municipios de Pueblo Nuevo y San Dimas en el estado de Durango.* (L. Deschamps Solórzano, Ed.) Recuperado el 17 de Octubre de 2013, de PROGRAMA ELABORACIÓN DE CASOS DE ÉXITO DE INNOVACIÓN EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO: <http://www.redinnovagro.in>
- Fernández G. M. H., Correa L. M. T. y López B. E., 1990. *Calidad del Agua*. Facultad de Ciencias Biológicas, U. Recuperado el 16 de Octubre de 2013, de [http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082556/1020082556\\_004.pdf](http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082556/1020082556_004.pdf)
- Jens G., 1983. *Así se Crían las Truchas*. Ediciones Marzo 80., Barcelona-España.
- Llorca y L. R. y Bautista C. I., 2009. *Prácticas de Atmósfera, Suelo y Agua*. Ed. Universidad Politécnica de Valencia, p. 94
- Mar T. C. L., Navarrete G. C. S., López H. J. A., y Carreón R. J., 2012, *Estrategias Para Lograr Rentabilidad en Granjas de Trucha*. Folleto para productores Núm. 23. SAGARPA, INIFAP. ISBN: 978-607-425-837-0
- Mihelcic J. R., Auer M. T., Hand D. W., Honrat R. E., Perlinger J. A., Urban N. R. y Penn M. R., 2008. *Fundamentos de Ingeniería Ambiental*. Editorial Limusa Wiley, pp. 46-50
- NMX-AA-005-SCFI-2000: *Análisis De Agua - Determinación De Grasas Y Aceites Recuperables En Aguas Naturales, Residuales Y Residuales Tratadas - Método De Prueba* (Cancela a la NMX-AA-005-1980). (s.f.). Recuperado el 30 de Agosto de 2013, de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/noticias/nmx-aa-005-scfi-2000.pdf>
- NMX-AA-034-SCFI-2001: *Análisis De Agua - Determinación De Sólidos Y Sales Disueltas En Aguas Naturales, Residuales Y Residuales Tratadas - Método De Prueba* (Cancela a las NMX-AA-020-1980 Y NMX-AA-034-1981). (s.f.). Recuperado el 30 de Agosto de 2013, de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/noticias/nmx-aa-034-scfi-2001.pdf>

## EFECTO DE LA EFICACIA FISICA DE LA FIBRA DETERGENTE NEUTRO SOBRE LA PRODUCCION Y LA COMPOSICIÓN DE LECHE EN CABRAS

Esparza-Flores Daniela<sup>1\*</sup>, Veliz-Deras Francisco Gerardo.<sup>1</sup>,  
Rodríguez-Martínez Rafael<sup>1</sup> y Robles-Trillo Pedro Antonio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna

\*Autor de correspondencia: [daniela.esparza@gmail.com](mailto:daniela.esparza@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

La evaluación de la efectividad física de la dieta y la cantidad adecuada de fibra para las vacas lecheras ha sido difícil de probar basándose en las tablas de alimentación actuales principalmente porque no se ha considerado lo suficiente las características físicas de los alimentos, como el tamaño de partícula. Sin embargo, el tamaño de partícula tiene una influencia considerable sobre los procesos digestivos ruminales y metabólicos.

Para incluir la información del tamaño de partícula en la formulación de las raciones, el concepto de eficacia física de la fibra detergente neutro (efFDN) está recibiendo mayor atención (Zebeli *et al.*, 2012). Este concepto integra la información sobre los componentes químicos (por ejemplo, fibra detergente neutro) y las características estructurales (por ejemplo, el tamaño de partícula) que actúan en conjunto y de forma independiente para estabilizar la fermentación ruminal y el balance ácido-básico (Tafajet *et al.*, 2007). Además, la efectividad física de la fibra también se relaciona a la forma de la partícula, la fragilidad, el tipo de preservación y la humedad del alimento. Por consiguiente, el uso de la efFDN en la formulación de la dieta proporciona una herramienta potencial para evaluar la idoneidad de la fibra de la dieta en las vacas. La suficiencia de la fibra dietética, es necesaria para reducir el riesgo de ARSA (Zebeli *et al.*, 2012).

Aunque se han realizado varios experimentos acerca de los efectos de la efFDN en vacas, hay poca información en las cabras. Las cabras tienen un comportamiento alimenticio, consumo, selección de la dieta y tasa de consumo diferente a otros rumiantes y por lo tanto, los resultados obtenidos en bovinos no se pueden extrapolar a los caprinos. (Lu *et al.*, 2005;Zhao *et al.*, 2011). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la eficacia física de la FDN sobre el consumo de materia seca y la producción y composición de leche en cabras de la raza Alpina francesa.



## **MATERIALES Y METODOS**

Se utilizaron 8 cabras lactantes de la raza Alpina francesa. Las cabras estuvieron en corrales individuales y se les ofreció a libre acceso una ración totalmente mezclada 2 veces al día, a las 0800 y 1500 h.

El diseño experimental que se utilizó fue un cuadrado latino duplicado 4x4 con un arreglo factorial 2x2 con periodos de 14 días. A las cabras se les ofreció 1 de 4 raciones con una proporción de heno de alfalfa: ensilaje de sorgo de 75:25 y 50:50 en combinación con dos tamaños de partícula del heno (chico y grande).

La distribución del tamaño de partícula de los forrajes y la RTM se determinó usando el Separador de partícula de Penn State de 3 cribas (19, 8 y 1.18 mm) y una base (Kononoff *et al.*, 2003).

Cada período consistió de 11 días de adaptación y 3 de toma de muestras. Posteriormente, a las cabras se las intercambiaron las dietas por 3 períodos más.

El alimento ofrecido y los rechazos se recolectaron durante los 3 días experimentales para determinar el consumo de materia seca.

Se realizó una ordeña diaria a las 0700 h. Durante los 3 días experimentales se pesó la leche para determinar la producción. Adicionalmente, se tomaron muestras en cada una de las ordeñas para determinar la composición de la leche como proteína, grasa y sólidos no grasos. Las muestras se analizaron por espectrofotometría infrarroja (Zebeliet *et al.*, 2009).

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados se pueden observar en el Cuadro 1. La falta de un efecto sobre el consumo de materia seca concuerda con lo observado en otros estudios en los cuales también utilizaron heno de alfalfa (Sanz-Sampelayo *et al.*, 1998) y se pudo deber a que el tamaño de partícula que se usó en este experimento no tuvo la diferencia suficiente para afectar esta variable.

Por otra parte, la falta de efecto sobre la producción de leche probablemente se debió a la falta de respuesta a las raciones en el consumo de materia seca.

Tampoco se observó una variación en la composición de la leche, lo que podría indicar que las cuatro raciones tuvieron una cantidad suficiente de efFDN para mantener los componentes de esta (Yang y Beauchemin, 2007).

Cuadro 1. Efecto de la efFDN sobre el consumo de materia seca y la producción y composición de leche

Ración	50:50		75:25		DE	p
	Largo	Corto	Largo	Corto		
CMS	1.39	1.44	1.45	1.53	0.38	NS
Producción (lts)	2.96	2.80	2.87	1.96	1.62	NS
Grasa	3.81	3.79	3.74	3.75	0.72	NS
SNG	8.56	8.59	8.59	8.56	0.42	NS
Proteína	3.24	3.25	3.25	3.23	0.16	NS

NS = no significativo estadísticamente  $P > 0.1$

Además, estos resultados sugieren que el ensilaje de sorgo puede reemplazar al heno de alfalfa sin afectar negativamente el consumo y la producción y la calidad de la leche.

Se requiere realizar mayor investigación en cabras, utilizando otras fuentes de forraje y grano ya que esto también podría influir en los resultados, además de incluir otros aspectos como la masticación, la digestión y la producción de ácidos grasos volátiles.

### CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos en este experimento, se puede concluir que la cabra no es tan susceptible al tamaño de partícula y que el ensilaje puede reemplazar al heno de alfalfa manteniendo la producción y la calidad de la leche.

### BIBLIOGRAFÍA

- Kononoff, P. J., A. J. Heinrichs, y D. R. Buckmaster. 2003. Modification of the penn state forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *J Dairy Sci* 86: 1858-1863.
- Lu, C. D., J.R. Kawas, y O. G. Mahgou. 2005. Fibre digestion and utilization in goats. *Small Ruminant Research* 60: 45-52.

- SanzSampelayo, M. R., L. Perez, J. Boza, y L. Amigo. 1998. Forage of different physical forms in the diets of lactating granadina goats: Nutrient digestibility and milk production and composition. *Journal of Dairy Science*. 81: 492-498.
- Yang, W. Z., y K. A. Beauchemin. 2007. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: Digestion and milk production. *Journal of Dairy Science*. 90: 3410-3421.
- Zebeli, Q., B. N. Ametaj, B. Junck, y W. Drochner. 2009. Maize silage particle length modulates feeding patterns and milk composition in loose-housed lactating holstein cows *Livestock Science* 124: 33-40.
- Zebeli, Q., J. R. Aschenbach, M. Tafaj, J. Boguhn, B. N. Ametaj, y W. Drochner. 2012. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of dairy science* 95: 1041-1056.
- Zhao, X. H., T. Zhang, M. Xu, y J. H. Yao. 2011. Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. *J Anim Sci* 89: 501-509.

## CALIDAD NUTRIMENTAL DE INGREDIENTES Y CONSUMO DE MATERIA SECA DEL GANADO EN SISTEMAS DE LECHERIA FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO

Luis Eduardo Arias Chávez<sup>1\*</sup>, Jorge Armando Bonilla Cárdenas<sup>2</sup>, Jorge Humberto Villarreal Rodas<sup>1</sup>, Gregorio Núñez Hernández<sup>3</sup>, Ricardo Basurto Gutiérrez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>C.E. Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, C.E. Santiago Ixcuintla-INIFAP, C.E. La Laguna-INIFAP, <sup>4</sup>CENID Fisiología y Mejoramiento Animal-INIFAP

\* [arias.luiseduardo@inifap.gob.mx](mailto:arias.luiseduardo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de lechería familiar (SPLF) en la región de los Altos de Jalisco la alimentación del ganado se basa en concentrado denominado “fórmula lechera”, rastrojo de maíz con grano y sin grano, ensilado de maíz, pasto nativos y/o introducidos, heno de alfalfa, heno de cereales pequeños de invierno, subproductos agroindustriales y minerales (Martínez *et al.*, 2004; Ortiz *et al.*, 2005; Arias *et al.*, 2012b). No obstante, se ha observado que existen variaciones en el manejo alimenticio del ganado; en establos en los que se aplica un mayor nivel tecnológico utilizan raciones totalmente mezcladas (RTM) y las vacas en producción se encuentran estabuladas, mientras que en establos de menor nivel tecnológico manejan el ganado en pastoreo durante la estación lluviosa, al cual le proporcionan un complemento alimenticio cuando la vaca es ordeñada y/o en pesebre después del ordeño a base de concentrado, rastrojo de maíz con grano (planta completa molida), ensilado de maíz, entre otros (Martínez *et al.*, 2004; Arias *et al.*, 2012a). Aún cuando se conocen algunos aspectos de la alimentación, existe escasa información de la calidad nutrimental y el consumo de los ingredientes utilizados en la alimentación del ganado en el SPLF de la región de estudio, por lo que el objetivo de este estudio fue cuantificar la calidad nutrimental de los ingredientes y el consumo de materia seca del ganado lechero durante la época de lluvias en 10 establos del SPLF en la zona sur de los Altos de Jalisco.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la región de los Altos de Jalisco, en 10 ranchos representativos del SPLF ubicados en los municipios de Tepatitlán de Morelos, Valle de Guadalupe y San Ignacio Cerro Gordo a una altura entre 1,876 y 2,075 msnm, con un clima templado subhúmedo (A) C (w1) (w) (e) g, temperatura media anual de 16.5° C y precipitación pluvial de 714 mm de mayo a octubre y el suelo es mezcla fina isotérmica con textura arcillosa (Flores *et al.*, 2012).

En agosto del 2013, se visitaron 10 ranchos seleccionados del SPLF para obtener información de la estructura del hato, pesaje y muestreo de alimentos e ingredientes ofrecidos a los animales. El monitoreo de la cantidad diaria de alimentos ofrecida al ganado lechero de diferentes etapas productivas se realizó mediante pesaje previo al ofrecimiento, usando cubetas, costales y dos básculas digitales con capacidad de 100 y 10 kg.

Las muestras de *henos* y ensilados se tomaron considerando las recomendaciones propuestas por Undersander *et al.*, (2005); los muestreos de granos, alimentos concentrados y subproductos se realizó de acuerdo a Ayala (2004); las muestras de raciones totalmente mezcladas (RTM) fueron colectadas de acuerdo a la metodología recomendada por Hoffman (2004); y los pastos fueron muestreados utilizando la metodología de simulación de cortes hechas a mano, descrita por Gutiérrez (1991). Se utilizó el modelo CPM-Dairy versión 3.0.10 que es la versión aplicada del modelo CNCPS® para estimar el consumo de pasto, se realizaron simulaciones considerando la etapa productiva, estado fisiológico, producción de leche, peso y edad promedios de vacas, vaquillas y becerras de cada rancho.

Las muestras colectadas fueron secadas a 55 °C por 48 h y posteriormente molidas con criba de 1 mm de diámetro y posteriormente se les determinó el contenido de: Materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cenizas y digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS). La MS se determinó en estufa de aire forzado a 105 °C por 24 h; cenizas por incineración a 600 °C por 3 h; la PC por el método de Micro Kjeldahl (N x 6.25) (AOAC, 1990). La FDN, FDA y LIG se analizaron con base en la metodología descrita por Goering y Van Soest (1970) y Van Soest *et al.*, (1991), y de acuerdo a las modificaciones para el uso de bolsas filtrantes (F-57 ANKOM Technology) y a los procedimientos para el uso del analizador semiautomático de fibras (ANKOM Fiber Analyzer A200, ANKOM Technology), descritos por Ankom (2010a). La DIVMS se determinó de acuerdo a los procedimientos descritos por Goering y Van Soest (1970). El inóculo ruminal se obtuvo de dos bovinos provistos de cánula ruminal. Se realizaron análisis descriptivos de los datos registrados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 10 ranchos del SPLF de estudio cuentan en promedio con 100 semovientes, de los cuales 46, 8, 25 y 21 % son vacas en producción, vacas secas, vaquillas y becerras, respectivamente (Cuadro 1). El rancho 5 (menor) posee sólo 10 vacas en producción, mientras que el rancho 1 (mayor) cuenta con 93. El promedio de vacas en producción de este estudio coincide con lo reportado en un estudio de tipificación de los SPLF en la misma región de estudio (Arias *et al.*, 2012a).

Cuadro 1. Estructura del hato y tipo de manejo alimenticio de vacas en producción en 10 ranchos del SPLF en la región Altos de Jalisco.

Concepto	Rancho										Prom.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Vacas en producción	93	74	57	28	10	35	31	36	56	40	46
Vacas secas	10	17	8	8	5	8	5	2	7	6	8
Vaquillas	51	40	29	16	6	23	19	16	39	16	26
Becerras	40	33	24	15	10	20	17	15	26	10	21
<b>Total</b>	194	164	118	67	31	86	72	69	128	72	100
Superficie de agostadero (ha)	6	0.4	17	6	6	8.5	5	30	4.5	8	9.14
Tipo de manejo alimenticio	E+RTM	E+RTM	E+RTM	P+ADO	P+ADO	P+ADO	P+ADO	P+ADO	E+RTM	P+ADO	

**E + RTM**= Estabulado + ración totalmente mezclada; **P + ADO**=Pastoreo continuo + alimentación durante la ordeña.

El manejo alimenticio de las vacas en producción en 4 de los 10 ranchos del SPLF (Cuadro 1) se asemeja al sistema tecnificado y se basa en estabulación y alimentadas con RTM; mientras que en el resto de los ranchos el manejo alimenticio es tradicionalista, es decir, a base de pastoreo más un complemento durante la ordeña o en pesebre después del ordeño (Martínez *et al.*, 2004).

Shaver (2004) señala para forrajes de alta calidad nutrimental valores mayores a 18% de PC y de 70% de DIVMS. Para forrajes de buena calidad, valores de 15 a 18% PC y 70 a 80% de DIVMS. Los forrajes de regular calidad tienen entre 12 a 15% de PC y 65 a 70% de DIVMS. En el caso de forrajes de baja calidad, valores de 8 a 12% PC y menos de 65% de DIVMS. En el presente estudio, los ensilados y rastrojos de maíz con grano se caracterizaron por bajos en PC y valores de buenos a altos en DIVMS; la alfalfa y pasto se identifican como regulares en PC y regulares a altos en DIVMS; mientras que las pajas y rastrojo de maíz sin grano se clasifican en forrajes de baja calidad (Cuadro 2).

La composición de los concentrados del presente estudio es típica y se caracterizan con valores regulares a buenos de PC, FDN, FDA, Cenizas, DIVMS y bajos en lignina. La calidad nutrimental de los concentrados para cada etapa productiva presenta alta variación, esto es debido a que son fabricados por siete diferentes proveedores de la región (Cuadro 2).

La RTM para vacas en producción presenta valores inferiores en proteína y mayores en FDN y FDA a los recomendados por Davis (1993): (PC 17 a 19%, FDN 28 a 30% y FDA 19 a 21% de total de la MS de la ración).

En el Cuadro 2, los granos y pastas fueron muestreados del rancho 2, siendo el único establo en el cual se elaboran los concentrados para las diferentes etapas productivas. Los valores nutrimentales de los granos y pastas son típicos y similares a los reportados en tablas de NRC (2001).

Cuadro 2. Valores promedio de la calidad nutrimental de ingredientes utilizados en la alimentación del ganado durante la época de lluvias en 10 ranchos del SPLF en la región Altos de Jalisco.

TIPO DE INGREDIENTE	n	MS %	PC	FDN	FDA	LIGNINA	CENIZAS	DIVMS
-----% MS-----								
<b>FORRAJES</b>								
Rastrojo maíz c/grano	6	92.4 ± 1.5	6.6 ± 0.9	62.8 ± 4.5	36.9 ± 4.8	7.3 ± 2.3	5.9 ± 2.5	73.7 ± 2.1
Rastrojo maíz s/grano	6	91.1 ± 1.6	3.8 ± 1.0	76.8 ± 3.1	53.4 ± 1.2	13.8 ± 2.5	10.3 ± 4.0	59.4 ± 2.2
Ensilado de maíz	4	27.4 ± 6.5	8.1 ± 0.7	57.7 ± 8.9	36.1 ± 7.0	6.7 ± 1.1	5.5 ± 1.5	74.9 ± 4.6
Pasto*	6	20.7 ± 1.6	16.9 ± 1.4	66.8 ± 1.5	33.7 ± 1.6	6.5 ± 1.1	9.3 ± 1.2	79.3 ± 2.7
Paja de trigo	3	90.3 ± 1.6	2.2 ± 0.4	76.5 ± 3.5	53.1 ± 2.7	11.2 ± 0.7	7.7 ± 0.6	57.3 ± 2.8
Alfalfa	1	82.32	16.14	44.18	31.10	8.19	10.43	74.16
Paja de sorgo	1	82.52	8.07	62.29	43.18	13.11	12.28	56.94
<b>CONCENTRADOS</b>								
Vacas en producción	10	90.4 ± 1.0	20.1 ± 2.5	25.7 ± 5.4	12.0 ± 3.4	3.0 ± 1.2	7.3 ± 1.1	87.7 ± 2.2
Vacas secas	3	89.8 ± 3.0	18.7 ± 3.6	23.0 ± 4.9	10.5 ± 2.4	2.0 ± 1.1	8.5 ± 1.6	90.5 ± 4.6
Vaquillas	2	87.4 ± 2.8	17.3 ± 3.1	17.3 ± 2.0	7.7 ± 0.5	0.9 ± 0.3	8.3 ± 3.6	91.1 ± 9.0
Becerras	2	89.9 ± 2.5	18.5 ± 3.5	25.7 ± 11.2	12.7 ± 7.2	2.2 ± 2.3	6.7 ± 1.6	85.5 ± 1.1
<b>RTM</b>								
Vacas en producción	3	49.7 ± 8.5	16.3 ± 1.4	40.8 ± 6.9	24.8 ± 4.1	5.9 ± 0.8	7.5 ± 0.7	77.3 ± 2.2
Vacas secas	1	80.61	9.10	58.74	37.48	9.00	9.43	66.06
Vaquillas	1	20.76	10.28	60.41	35.89	6.37	7.77	75.08
Becerras	1	89.35	13.07	50.16	32.97	7.43	9.65	67.31
<b>GRANOS Y PASTAS</b>								
Grano de maíz molido	1	89.69	8.03	18.74	4.02	0.39	1.27	98.70
Mazorca de maíz molida	1	91.19	7.50	37.24	16.50	2.89	2.73	89.00
Grano seco de destilería	1	89.32	30.19	35.34	13.74	2.35	4.59	93.98
Pasta de canola	1	90.32	37.78	30.01	20.48	7.47	6.91	83.51
Pasta de soya	1	91.08	49.75	13.90	8.59	0.61	5.73	95.82
Germen de maíz	1	92.61	22.07	54.11	15.75	2.23	2.04	90.26

Materia seca (MS), Proteína cruda (PC), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA), Digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS). \* Pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*).

En el cuadro 3, se observa que la composición de la dieta de vacas en producción, vacas secas, vaquillas y becerras de los 10 ranchos se basa principalmente en concentrado, rastrojo de maíz con y sin grano, ensilado de maíz y pasto. La alfalfa es utilizada solo en el establo 2 para vacas en producción. El CMS estimado en vacas en producción fue cubierto en los establos 1, 2, 3, 4, 9 y 10 para el tipo de vacas (peso vivo y producción de leche) de cada rancho. En el caso del CMS para el tipo de vacas secas, vaquillas y becerras de los 10 ranchos fueron cubierto (NRC, 2001). Nótese que en todos los ranchos a excepción de número 8, la proporción forraje: concentrado para vacas en producción fue inferior a lo recomendado (60:40) por Davis (1993), en particular los ranchos 4 y 5, los cuales tienen la proporción forraje: concentrado de 10:90 y 13:87, respectivamente (Cuadro 3).

El consumo de pasto (Cuadro 3) durante la época de lluvias es realizado en 4, 7, 7 y 5 de los 10 ranchos por las vacas en producción, vacas secas, vaquillas y becerras en desarrollo, respectivamente.

Cuadro 3. Ingredientes de la dieta y consumo de materia seca (CMS) de vacas, vaquillas y becerras durante la época de lluvias en 10 ranchos del SPLF en la región Altos de Jalisco.

Consumos (kg de MS/día)	Rancho									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Vacas en producción</b>										
Concentrado	11.00	10.32	11.50	15.69	10.79	6.89	7.95	5.98	12.28	11.61
Germen de maíz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.37
Ensilado de maíz	6.56	6.78	6.37	-	-	-	4.81	-	-	-
Alfalfa	-	2.88	-	-	-	-	-	-	-	-
Rastrojo de maíz con grano	-	-	-	1.21	1.23	3.72	1.65	2.33	-	-
Rastrojo de maíz sin grano	2.22	1.37	2.79	-	-	-	0.91	-	5.32	3.71
Paja de trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	4.54	2.01
Pasto*	-	-	-	0.44	0.44	1.15	-	6.45	-	-
CMS (kg/día)	19.8	21.4	20.7	17.3	12.5	11.8	15.3	14.8	22.1	17.7
Forraje (%)	44	52	44	10	13	41	48	62	45	34
Concentrado (%)	56	48	56	90	87	59	52	38	55	66
<b>Vacas secas</b>										
Concentrado	2.19	4.36	1.06	2.39	1.22	2.36	3.54	1.18	3.86	-
Ensilado de maíz	-	-	-	-	-	-	4.57	-	-	-
Rastrojo de maíz con grano	3.35	-	2.49	-	1.23	2.42	-	1.15	-	-
Rastrojo de maíz sin grano	1.02	10.06	-	-	-	-	-	-	2.66	-
Paja de trigo	-	-	-	-	-	-	-	-	2.30	-
Pasto*	3.95	-	7.23	7.78	6.67	4.21	-	7.19	-	9.18
CMS (kg/día)	10.50	14.42	10.77	10.17	9.11	8.99	8.10	9.52	8.79	9.18
Forraje (%)	79	70	90	77	87	74	56	88	56	100
Concentrado (%)	21	30	10	23	13	26	44	12	44	0
<b>Vaquillas</b>										
Concentrado	3.10	4.36	-	2.39	1.22	-	-	-	4.55	-
Rastrojo de maíz con grano	5.36	-	-	-	1.23	-	-	-	-	-
Rastrojo de maíz sin grano	1.63	10.06	-	-	-	-	-	-	5.32	-
Pasto*	-	-	9.20	6.67	6.89	9.18	9.18	9.22	-	9.18
CMS (kg/día)	10.09	14.42	9.20	9.05	9.33	9.18	9.18	9.22	9.87	9.18
Forraje (%)	69	70	100	74	87	100	100	100	54	100
Concentrado (%)	31	30	0	26	13	0	0	0	46	0
<b>Becerras en desarrollo</b>										
Concentrado	2.75	3.05	1.06	2.39	1.22	1.81	3.54	-	2.73	2.06
Rastrojo de maíz con grano	4.18	-	2.49	-	1.23	1.86	-	2.10	-	-
Rastrojo de maíz sin grano	-	3.20	-	-	-	-	-	-	3.55	3.88
Paja de trigo	-	-	-	-	-	-	3.63	-	-	-
Pasto*	-	-	3.07	4.44	4.44	3.06	-	4.43	-	-
CMS (kg/día)	6.93	6.25	6.62	6.83	6.89	6.74	7.17	6.53	6.28	5.94
Forraje (%)	60	51	84	65	82	73	51	100	57	65
Concentrado (%)	40	49	16	35	18	27	49	0	43	35

\* Pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*).

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo se recomienda incluir en la dieta los forrajes e ingredientes que son bueno y altos en calidad nutrimental, incrementar los CMS y



mejorar la relación forraje: concentrado para optimizar la dieta y el proceso de alimentación de ganado lechero en los establos que fuese necesario.

El presente estudio fue financiado por INIFAP a través del Proyecto Número SIGI 0504831979.

## BIBLIOGRAFIA

- Arias C.L.E., Tovar Ma. R., Núñez G., Bonilla J.A., Osuna E.S., Estrada E., Villarreal J.H. 2012a. Tipología de los sistemas de lechería familiar en los altos de Jalisco, México. 2da Reunión internacional conjunta de manejo de pastizales y producción. Mesa de trabajo: Rumiantes Mayores. Pp 16-21.
- Arias C.L.E., Osuna C.E.S., Sánchez G.R.A., Villarreal R.J.H., Núñez H.G., Tovar G.M.R y Loza G.J.A. 2012b. Situación productiva de los sistemas de lechería familiar en Jalisco: estudio de caso. Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp 1384-1390.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists. 15th ed. Arlington, VA, USA.
- ANKOM. Operator's manual, ANKOM fiber analyzer (A200). 2010a. Ankom Technology. Macedon N.Y.
- Ayala, L. S. A. 2004. Manual para el laboratorio de nutrición animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Producción Agropecuaria. Universidad de Antioquía. Medellín. 48 p
- Davis C. L. 1993. Alimentación de la vaca lechera alta productora. Milk specialties Company, Dundee, Illinois. 60 p.
- Flores L.H.E., Chávez D.A.A., De La Mora O.C., Ruíz C.J.A. 2012. Zonificación Agroclimática de los Altos de Jalisco, México. Folleto técnico num.1. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. 59 p
- Goering, H.K. Van Soest P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Handb. 379. USDA-ARS, Washington, D.C. 20 p.
- Gutiérrez A.J.L. 1991. Nutrición de rumiantes en pastoreo. Colección de textos universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua. 279 p.
- Hoffman, P. 2004. Focus on forage: Sampling and evaluating Total Mixed Rations. University of Wisconsin Extension. Focus on Forage Vol. 6: No. 1.
- Martínez SJA, MV Alemán, IP Cadena. 2004. Sistema rancharo alteño de producción de leche (SRAPL): Una descripción inicial. En: Trujillo BJA, De la Torre TF (Comps.) Seminario de estudios regionales anuario. Centro universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. P 33-52.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirement of dairy cattle. National Academy. 381 p.
- Ortiz S.J., García T.O y Morales T.G. 2005. Sistemas de producción lechera en México. Lechería familiar. Manejo de bovinos productores de leche. Colegio de Postgraduados, p. 3.
- Shaver, R.D. 2004. Forage quality variation. In Proceed Mid-South Ruminant Nutrition Conference., Arlington, Texas. p 1-13.
- Undersander, D., R. Shaver, J. Linn, P. Hoffman, and P. Peterson. 2005. Sampling hay, silage, and total mixed rations for analysis. University of Wisconsin Extension. A2309.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583–3597.

## CONSUMOS Y CALIDAD DE DIETAS DE VACAS EN PRODUCCION DEL SISTEMA DE LECHERIA FAMILIAR EN LOS ALTOS DE JALISCO

Luis Eduardo Arias Chávez<sup>1\*</sup>, Jorge Armando Bonilla Cárdenas<sup>2</sup>, Jorge Humberto Villarreal Rodas<sup>1</sup>, Gregorio Núñez Hernández<sup>3</sup>, Ricardo Basurto Gutiérrez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>C.E. Centro-Altos de Jalisco-INIFAP, C.E. Santiago Ixcuintla-INIFAP, C.E. La Laguna-INIFAP, <sup>4</sup>CENID Fisiología y Mejoramiento Animal-INIFAP

\* [arias.luiseduardo@inifap.gob.mx](mailto:arias.luiseduardo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En la región de los Altos de Jalisco la alimentación del ganado lechero de los sistemas de producción de lechería familiar (SPLF) se basa en concentrado denominado “fórmula lechera”, rastrojo de maíz con grano y sin grano, ensilado de maíz, pasto nativos o introducidos, heno de alfalfa, heno de trigo, subproductos agroindustriales y minerales (Martínez *et al.*, 2004; Ortiz *et al.*, 2005; Arias *et al.*, 2012b). Sin embargo, entre los SPLF existen diferencias en el manejo de la alimentación y en el tipo de dieta de las vacas en producción. Arias *et al.*, (2012a) señalan que el 23% de las unidades de producción del SPLF en los altos de Jalisco, las vacas en producción se encuentran estabuladas, mientras que en el resto de los sistemas familiares manejan las vacas en pastoreo a las cuales se les proporciona un complemento alimenticio cuando la vaca es ordeñada y/o en pesebre después del ordeño a base de concentrado y rastrojo de maíz con grano (planta completa molida), entre otros (Martínez *et al.*, 2004). Aún cuando se saben algunas características de la alimentación, existe información limitada sobre de los consumos de materia seca y la calidad nutrimental de la dieta de vacas de los SPLF de la región de los Altos de Jalisco.

El objetivo del este estudio fue evaluar los consumos de materia seca y la calidad nutrimental de la dieta de vacas en producción durante la época de lluvias en 10 establos del SPLF en la zona sur de los Altos de Jalisco.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en 10 ranchos representativos del SPLF en la zona sur de los Altos de Jalisco, en los municipios de Tepatitlán de Morelos, Valle de Guadalupe y San Ignacio Cerro Gordo localizados en un rango de altitud de 1,876 a 2,075 msnm, con un clima templado subhúmedo (A) C (w1) (w) (e) g, temperatura media anual de 16.5° C y una precipitación pluvial de 714 mm de mayo a octubre y el suelo es mezcla fina isotérmica con textura arcillosa (Flores *et al.*, 2012).

En agosto del 2013, se visitaron 10 ranchos del SPLF para obtener información de la estructura del hato, de la producción de leche, pesaje del ganado y alimentos, y muestreo de ingredientes de la dieta y leche. El monitoreo de la cantidad diaria de alimentos ofrecida a las vacas en producción se realizó mediante pesaje previo al ofrecimiento, usando cubetas, costales y una báscula digital.

Las muestras de henos y ensilados se tomaron considerando las recomendaciones propuestas por Undersander *et al.*, (2005); los muestreos de granos, alimentos concentrados y subproductos se realizó de acuerdo a Ayala (2004) y los pastos fueron muestreados utilizando la metodología de simulación de cortes hechas a mano, descrita por Gutiérrez (1991). Se utilizó el modelo CPM-Dairy versión 3.0.10 que es la versión aplicada del modelo CNCPS® para estimar el consumo de pasto por las vacas en producción, se realizaron simulaciones considerando el tipo, calidad nutrimental y cantidad de los alimentos proporcionados, así también el peso vivo, producción de leche, nivel de grasa y proteína en leche promedio de las vacas de cada rancho. Se consideró en el modelo, vacas de tercera lactancia con 150 días en leche, condición corporal de 3 y 90 días de gestación.

A las muestras de ingredientes de la dieta se les determinó: Materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (LIG), cenizas y digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS). La MS se determinó en estufa de aire forzado a 105 °C por 24 h; cenizas por incineración a 600 °C por 3 h; la PC por el método de Micro Kjeldahl (N x 6.25) (AOAC, 1990). La FDN, FDA y LIG se analizaron con base en la metodología descrita por Goering y Van Soest (1970) y Van Soest *et al.*, (1991), y de acuerdo a las modificaciones para el uso de bolsas filtrantes (F-57 ANKOM Technology) y a los procedimientos para el uso del analizador semiautomático de fibras (ANKOM Fiber Analyzer A200), descritos por Ankom (2010a). La DIVMS se determinó de acuerdo a los procedimientos descritos por Goering y Van Soest (1970). El inóculo ruminal se obtuvo de dos bovinos provistos de cánula ruminal. Se realizaron análisis descriptivos de los datos registrados.

Se estimó el peso de las vacas en producción de acuerdo a la ecuación propuesta por García *et al.*, (2009), midiendo el perímetro torácico al 20% de las vacas de cada rancho. La producción de leche promedio fue calculada en base al registro productivo de tres días consecutivos y dividiendo éste entre el número de vacas en producción de cada rancho. Se tomó una muestra de leche (100 mL) del tanque o de las cántaras de un día (50% de la mañana y 50% de la tarde) de cada rancho para determinar su composición en un analizador infrarrojo MILKOSCAN FT-120.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los 10 ranchos del SPLF tienen en promedio 46 vacas en producción. El rancho 5 (menor) posee sólo 10 vacas en producción, mientras que el rancho 1 (mayor) cuenta con 93 vacas en ordeña (Cuadro 1). El promedio de vacas en producción de este estudio coincide con lo reportado un estudio de tipificación de los SPLF en los Altos de Jalisco (Arias *et al.*, 2012a). El peso promedio de las vacas fue de 546 kg, se registró una diferencia de 133 kg entre el peso de las vacas más pequeñas (470 kg, rancho 6) y el de las vacas más grandes (603 kg, rancho 4).

Cuadro 1. Número y peso promedio de vacas, áreas de pastoreo y manejo alimenticio de vacas en producción durante la época de lluvias en 10 ranchos del SPLF en la región Altos de Jalisco.

Concepto	Rancho										Prom.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Núm. de	93	74	57	28	10	35	31	36	56	40	46
Peso de las	557	558	570	603	513	470	534	502	589	568	546
Superficie	6	0.4	17	6	6	8.5	5	30	4.5	8	9.14
Tipo de	E+RTME+RTME+RTMP+ADOP+ADOP+ADOP+ADOP+ADOP+ADOE+RTMP+ADO										

**E + RTM**= Estabulado + ración totalmente mezclada; **P + ADO**=Pastoreo continuo + alimentación durante la ordeña

En 4 de los 10 ranchos del SPLF, el manejo de la alimentación de las vacas en producción tiene similitud al sistema de producción de leche tecnificado (SPLT) y se basa en alimentar las vacas con RTM en estabulación; mientras que en el resto de los ranchos el manejo alimenticio es tradicionalista (Cuadro 1), es decir, las vacas se manejan en pastoreo y se les proporciona un complemento durante la ordeña o en pesebre después del ordeño (Martínez *et al.*, 2004).

Un reporte señala para forrajes de alta calidad nutrimental, valores altos en más de 18% en PC y mayores en 70% en DIVMS. Para forrajes de buena calidad, valores de 15 a 18% PC y 70 a 80% de DIVMS. Los forrajes de regular calidad tienen entre 12 a 15% de PC y 65 a 70% de DIVMS. En el caso de forrajes de baja calidad, tiene valores de 8 a 12% PC y menos de 65% de DIVMS (Shaver, 2004).

En el presente trabajo, el germen de maíz es caracterizado como alto en PC y en DIVMS; los ensilados y rastrojos de maíz con grano se caracterizaron por bajos en PC y valores de buenos a altos en DIVMS; la alfalfa y pastos se identifican como regulares en PC y regulares a altos en DIVMS; mientras que las pajas y rastrojo de maíz sin grano se clasifican en forrajes de baja calidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores promedios de la calidad nutrimental de ingredientes utilizados en la alimentación de vacas en producción durante la época de lluvias en 10 ranchos del SPLF en la región Altos de Jalisco.

TIPO DE INGREDIENTE	n	MS %	PC	FDN	FDA	% MS		
						LIGNINA	CENIZAS	DIVMS
Concentrado	10	90.4 ±	20.1 ±	25.7 ±	12.0 ±	3.0 ±	7.3 ±	87.7 ±
Rastrojo maíz	6	92.4 ±	6.6 ±	62.8 ±	36.9 ±	7.3 ±	5.9 ±	73.7 ±
Rastrojo maíz	6	91.1 ±	3.8 ±	76.8 ±	53.4 ±	13.8 ±	10.3 ±	59.4 ±
Ensilado de maíz	4	27.4 ±	8.1 ±	57.7 ±	36.1 ±	6.7 ±	5.5 ±	74.9 ±
Pasto*	6	20.7 ±	16.9 ±	66.8 ±	33.7 ±	6.5 ±	9.3 ±	79.3 ±
Paja de trigo	3	90.3 ±	2.2 ±	76.5 ±	53.1 ±	11.2 ±	7.7 ±	57.3 ±
Alfalfa	1	82.32	16.14	44.18	31.10	8.19	10.43	74.16
Germen de maíz	1	92.61	22.07	54.11	15.75	2.23	2.04	90.26

Materia seca (MS), Proteína cruda (PC), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA), Digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS). \* Pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*).

La dieta de vacas en producción está compuesta principalmente por concentrado, rastrojo de maíz con y sin grano, ensilado de maíz y pasto (Cuadro 3). El consumo de concentrado es muy variables entre ranchos, con un promedio de 10.4 kg MS día<sup>1</sup>, sin embargo, en el rancho 4 (15.69 kg MS día<sup>1</sup>) se proporciona 2.6 veces más de concentrado que en el rancho 8 (5.98 kg MS día<sup>1</sup>), el alto consumo de concentrado por las vacas del rancho 4, el cual es consumido en dos eventos al momento de las ordeñas, puede ocasionar en las vacas acidosis ruminal subclínica y puede explicar los bajos niveles de grasa en leche. El consumo de pasto durante la época de lluvias se registra en 4 de los 10 ranchos, siendo en el rancho 8 donde se obtuvieron los consumos más altos (6.45 kg MS vaca<sup>1</sup> día<sup>1</sup>).

Cuadro 3. Consumos de materia seca (CMS) y calidad nutrimental de la dieta de vacas en producción durante en época de lluvias en los 10 ranchos del SPLF en la región Altos de Jalisco.

Consumos (kg de MS/día)	Rancho									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Concentrado	11.00	10.32	11.50	15.69	10.79	6.89	7.95	5.98	12.28	11.6
Germen de maíz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.37
Ensilado de maíz	6.56	6.78	6.37	-	-	-	4.81	-	-	-
Alfalfa	-	2.88	-	-	-	-	-	-	-	-
Rastrojo de maíz con arano	-	-	-	1.21	1.23	3.72	1.65	2.33	-	-
Rastrojo de maíz sin arano	2.22	1.37	2.79	-	-	-	0.91	-	5.32	3.71
Paia de trioo	-	-	-	-	-	-	-	-	4.54	2.01
Pasto*	-	-	-	0.44	0.44	1.15	-	6.45	-	-
CMS (kg/día)	19.8	21.4	20.7	17.3	12.5	11.8	15.3	14.8	22.1	17.7
Forraie (%)	44	52	44	10	13	41	48	62	45	34
Concentrado (%)	56	48	56	90	87	59	52	38	55	66
<b>Composición de la dieta</b>										
Materia seca (%)	51.5	57.1	58.0	82.9	81.0	66.8	40.2	31.9	90.4	90.3
Proteína cruda (%)	15.9	16.5	14.7	17.0	15.3	15.3	11.9	16.3	13.2	15.5
FDN (%)	43.7	21.4	38.2	33.0	26.1	43.4	47.6	52.4	45.3	42.7
FDA (%)	25.5	21.4	21.9	16.4	11.1	24.3	27.4	27.3	28.9	24.2
Lianina (%)	3.02	2.23	2.59	1.47	0.81	2.38	3.14	3.76	5.06	3.83
Cenizas (%)	7.61	6.30	7.27	8.62	7.04	6.60	5.85	9.53	8.67	8.63

Consumo de materia seca (CMS), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA),  
\* Pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*).

Los CMS de las dietas de vacas en producción fueron cubiertos en los establos 1, 2, 3, 4, 9 y 10 para el tipo de vacas (peso vivo y producción de leche) de cada rancho (NRC, 2001). A excepción del rancho 8, la proporciones forraje: concentrado para vacas en producción son inferiores a lo recomendado (60:40) por Davis (1993), en particular en los ranchos 4 y 5, los cuales tienen las proporciones de 10:90 y 13:87, respectivamente (Cuadro 3).

La composición nutrimental de la dieta de vacas en producción (Cuadro 3), presenta valores inferiores en proteína y fuera de los rangos recomendados por Davis (1993) para FDN y FDA (PC 17 a 19%; FDN 28 a 30% y FDA 19 a 21% de total de la MS de la ración).

La producción diaria de leche promedio fue de 19.2 litros por vaca, se registró una diferencia en producción de 17.3 L día<sup>1</sup> entre la producción de leche de las vacas del rancho 6 (11.1 L día<sup>1</sup>) y la producción de las vacas del rancho 2 (28.4 L día<sup>1</sup>).

Cuadro 4. Promedios de producción y composición de leche de vacas durante en época de lluvias en 10 ranchos del SPLF en la región Altos de Jalisco.

Variable	Rancho										Prom. Gral.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Producción leche	21.5	28.4	21.8	24.6	15.1	11.1	18.7	14.7	22.1	14.0	19.2
Producción leche	22.2	29.2	22.4	25.4	15.6	11.5	19.3	15.1	22.8	14.4	19.8
LCG 4% (kg/día)	21.5	27.4	20.7	20.8	14.2	10.5	17.6	14.9	22.5	13.8	18.4
Grasa g/L	38.0	36.2	34.5	28.0	34.0	33.9	33.6	39.1	38.7	37.2	35.3
Proteína g/L	31.0	32.0	31.4	32.1	31.3	31.1	31.4	30.1	31.5	31.2	31.3
Lactosa g/L	47.4	48.2	47.3	48.0	47.3	45.7	48.2	48.1	48.3	47.4	47.6
Sólidos no grasos g/L	82.3	84.1	83.1	85.0	82.9	79.5	83.5	81.8	83.7	82.6	82.9
Sólidos totales g/L	121.1	121.1	118.3	114.8	117.8	115.2	118.1	121.7	123.0	120.8	119.2

LCG 4% = Leche corregida en grasa al 4%;

Las concentraciones de grasa, proteína, lactosa en leche del presente estudio se ubican dentro de las especificaciones fisicoquímicas para leche cruda de vaca y se clasifican en la mejor categoría "A" según la NMX-F-700 COFOCALEC-2004, excepto la del rancho 4 por bajo nivel de grasa y la del rancho 8 por bajo nivel de proteína. Los niveles de sólidos no grasos en leche de los ranchos 1, 6, 8 y 10 son inferiores a lo mínimo (83 g/L) recomendado por NMX-F-700 COFOCALEC-2004.

## CONCLUSIONES

Con fundamento en los resultados encontrados se recomienda incrementar los CMS, mejorar la relación forraje: concentrado y optimizar la calidad nutrimental de la dieta para vacas en producción para mejorar el proceso de alimentación en los establos que resulte necesario.

El presente trabajo fue financiado por INIFAP a través del Proyecto Número SIGI 0504831979.

## BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists. 15th ed. Arlington, VA, USA.
- ANKOM. Operator's manual, ANKOM fiber analyzer (A200). 2010a. Ankom Technology. Macedon N.Y.
- Arias C.L.E., Osuna C.E.S., Sánchez G.R.A., Villarreal R.J.H., Núñez H.G., Tovar G.M.R y Loza G.J.A. 2012b. Situación productiva de los sistemas de lechería familiar en Jalisco: estudio de caso. Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp 1384-1390.
- Arias L.E., Tovar Ma. R., Núñez G., Bonilla J.A., Osuna E.S., Estrada E., Villarreal J.H. 2012a. Tipología de los sistemas de lechería familiar en los altos de Jalisco, México. 2da Reunión internacional conjunta de manejo de pastizales y producción. Mesa de trabajo: Rumiantes Mayores. Pp 16-21.
- Ayala, L. S. A. 2004. Manual para el laboratorio de nutrición animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Producción Agropecuaria. Universidad de Antioquía. Medellín. 48 p
- Davis C. L. 1993. Alimentación de la vaca lechera alta productora. Milk specialties Company, Dundee, Illinois. 60 p.
- Flores L.H.E., Chávez D.A.A., De La Mora O.C., Ruíz C.J.A. 2012. Zonificación Agroclimática de los Altos de Jalisco, México. Folleto técnico num.1. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. 59 p
- García L. I., M.A. Vázquez, E. Fernández, L. Vidal, M.T. García. 2009. Ecuaciones de predicción de peso vivo de hembras Holstein, basados en la medida del perímetro torácico, y con respecto a modelos de regresión múltiple. Frisona Española Vol. 171 (Jun-Jul): 90-95.
- Goering, H.K. Van Soest P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Handb. 379. USDA-ARS, Washington, D.C. 20 p.
- Gutiérrez A.J.L. 1991. Nutrición de rumiantes en pastoreo. Colección de textos universitarios. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua. 279 p.
- Martínez SJA, MV Alemán, IP Cadena. 2004. Sistema rancho alteño de producción de leche (SRAPL): Una descripción inicial. En: Trujillo BJA, De la Torre TF (Comps.) Seminario de estudios regionales anuario. Centro universitario de los Altos, Universidad de Guadalajara. P 33-52.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirement of dairy cattle. National Academy. 381 p.
- NMX-F-700 COFOCALEC-2004. Sistema producto leche-alimento-lácteo-leche cruda de vaca-especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. COFOCALEC, A.C. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio del 2004.
- Ortiz S.J., García T.O y Morales T.G. 2005. Sistemas de producción lechera en México. Lechería familiar. Manejo de bovinos productores de leche. Colegio de Postgraduados, p. 3.
- Undersander, D., R. Shaver, J. Linn, P. Hoffman, and P. Peterson. 2005. Sampling hay, silage, and total mixed rations for analysis. University of Wisconsin Extension. A2309.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597.

---

---

## MUJERES Y AMBIENTE Y EL CULTIVO DE PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES, COMO ELEMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO SUSTENTABLE EN LA MICROCUENCA BUENAVISTA

María Janet Arteaga Ordaz<sup>1</sup> y Tamara Guadalupe Osorno Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de la maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Universidad Autónoma de Querétaro.  
[netjart@hotmail.com](mailto:netjart@hotmail.com)

<sup>2</sup> Profesora-investigadora, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

### INTRODUCCIÓN

La cuenca hidrográfica es un concepto que ha sido utilizado o reconocido por los seres humanos desde el inicio de la agricultura, a través de la manipulación del ambiente, para controlar la disponibilidad de los recursos, además el hombre también hace un manejo de los recursos vegetales, a través de la tolerancia, la inducción y la protección selectiva y la misma agricultura (Mendoza y Ramírez, 1997)

La excesiva intensificación de las actividades agrícolas ha conllevado, en muchos casos la drástica transformación del paisaje en diversas cuencas, el empobrecimiento de los suelos y la aceleración de los procesos de erosión, por lo que el desarrollo de métodos de gestión de los recursos naturales en la cuenca que permitan armonizar la producción agraria, la conservación de los recursos naturales y el desarrollo rural es una necesidad urgente (Ramírez, 2007).

En términos de cultivos, una de las alternativas que ha adquirido relevancia social, económica y ambiental en las dos últimas décadas a partir de su capacidad de generar puestos de trabajo, de otorgarle un valor añadido y de conservar el medio ambiente, además de los grandes beneficios que para la salud humana conlleva su consumo es el cultivo de las Plantas Aromáticas y Medicinales (PAM) (Ventura, 2010).

En la microcuenca Buenavista, el sistema productivo que más se ha explotado ha sido el agrícola, principalmente con el cultivo del maíz, el cual fue hasta hace unos diez años la base económica de la región, sin embargo hoy en día la producción ha bajado considerablemente y los rendimientos no alcanzan ni para abastecer el autoconsumo. En ese contexto, el recurso suelo se encuentra degradado, tanto física como químicamente, consecuencia del mal uso y manejo del mismo, perdiendo su fertilidad, bajando los rendimientos por unidad de superficie, teniendo el productor un mínimo o nulo margen de utilidad en este sector productivo (PRPC, Buenavista, 2010). Por otro lado, en las partes bajas donde se tienen excelentes zonas agrícolas, estas se han ido abandonando o han pasado a formar parte de la zona urbana de la ciudad de Querétaro.



Ante esta situación, los productores han buscado nuevas alternativas de producción e ingresos, como son la ganadería, emplearse en fábricas de la ciudad de Querétaro, en la construcción, y finalmente otras personas han emigrado al extranjero (PRPC Buenavista, 2010) lo que ha llevado a la pérdida de conocimiento del manejo tradicional de las parcelas por lo que el mejoramiento de las condiciones productivas y sociales de los habitantes rurales, se convertirá automáticamente en el mejor instrumento para contener la ocupación regular e irregular de los suelos agrícolas (Martínez y Monroy, 2009).

Respondiendo a estas problemáticas, en la parte baja de la microcuenca se ha conformado un grupo de mujeres pertenecientes a la comunidad de La Carbonera, una comunidad considerada por la CONAPO como de alta marginación, este grupo denominado “Mujeres y Ambiente” ha venido trabajando desde 2010 y sus principales intereses radican en mejorar las condiciones de sus hogares y consolidar los micronegocios de venta de hortalizas, plantas medicinales y aromáticas, humus de lombriz y setas para mejorar sus niveles de vida (Mujeres y Ambiente, 2010-2013). Es por ello que se consideró este grupo para desarrollar un proyecto productivo alternativo con plantas aromáticas y medicinales en el cual se establezca una relación de colaboración desde el inicio del proyecto con el sector privado, con el fin de detonar los proyectos productivos que se vienen dando dentro de esta microcuenca y que son fundamentales dentro de su esquema de manejo como alternativa productiva para la región.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el desarrollo de este proyecto se tomó como base la metodología de Análisis y Desarrollo de mercados AyDM, esta metodología ha sido promovida por la FAO, como una contribución a las poblaciones rurales a fin de que alcancen un sistema de subsistencia sostenible en el cual los bienes familiares y comunitarios puedan incrementarse, mientras se hace un manejo de los recursos naturales (Lecup, Isabelle y Nicholson, Ken, 2000).

Además de la metodología AyDM, para el proyecto se hizo una modificación a la metodología Campesino a Campesino basándonos en el libro de Holt-Gimenez (2008), para llevar a cabo el intercambio de conocimientos entre el grupo “Mujeres y ambiente” y la empresa Provital Group, una compañía, especializada en la investigación, desarrollo, producción y venta de ingredientes y principios activos de origen vegetal para la industria cosmética, la cual a través de su programa de responsabilidad social ha colaborado en proyectos como el de Parc de les Orlors, que es una red de parques cuya iniciativa es recuperar el paisaje agrícola (Provital, 2012).

Este intercambio de enfoques se dividió en dos etapas, la primera se llevo a cabo en abril de 2013 y consistió en una visita por miembros de la empresa Provital a las productoras, con ello se conoció el trabajo que se está realizando en el grupo mujeres y ambiente y se planteo el interés de la empresa en participar y apoyarlas en la implementación de un proyecto de cultivo de plantas aromáticas para impulsar los trabajos que el grupo viene realizando desde 2010. La segunda etapa, la cual se llevo a cabo en febrero de 2014, consistió en una visita de las integrantes del grupo “Mujeres y ambiente” a la empresa Pro Actif en Tequisquiapan Qro.

Así mismo para el desarrollo del proyecto fue necesaria la participación de un técnico especialista en cultivo de plantas aromáticas y medicinales que apoyo en la capacitación del grupo de mujeres.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Estudio socioeconómico**

El estudio socioeconómico se llevó a cabo a las ocho integrantes del grupo “mujeres y ambiente” que participarían en el proyecto. Las participantes del proyecto son originarias de la microcuenca, lo que nos indica que las participantes están familiarizadas con el entorno, conocen sus recursos y las problemáticas que existen en su comunidad. El 64% de los integrantes de las familias están en edad productiva entre 15 y 65 años, lo cual es acorde a los datos presentados en el PRPC 2010 para la población de la microcuenca Buenavista. Las mujeres son las que llegan a un nivel mayor de escolaridad cursando la preparatoria (6%) e incluso estudios universitarios (2%), ya que los hombres generalmente al terminar la secundaria optan por buscar empleo como ayudantes de albañil o en alguna empresa de la ciudad de Querétaro, lo cual siendo el grupo de mujeres será bueno para los negocios que ahí se generen ya que podrían aportar sus conocimientos en la informática con el manejo de datos o en el derecho para la regulación de los mismos.

Las familias de este grupo cuentan con recursos físicos que facilitan el proyecto, por ejemplo 6 de estas familias cuentan con parcelas, además de que el 87.5% de las familias del grupo tienen automóvil o camioneta y cuentan con medios de comunicación que facilitarían la implementación de un negocio. En lo referente a ecotecnias, dado que la mayoría de las participantes llevan participando en el grupo desde sus inicios (3 años aproximadamente) cuentan con la mayoría de las enotécnicas (cisterna de captación de agua de lluvia, calentador solar, biofiltro, letrina seca, fogón ahorrador, huerto biointensivo, compostero, olla solar y deshidratador solar) que se han recibido en las diversas capacitaciones que se han ofrecido.

La principal fuente de ingreso de estas familias durante 2012 fue el trabajo como empleado (49.41%), el cual se realiza en las empresas de los parques industriales de la ciudad de Querétaro y son en general los hijos e hijas mayores los que desempeñan este trabajo, a esto le sigue el trabajo como ayudante de albañil y herrero los cuales son las actividades que se dedican los jefes de las familias por lo cual en lo que se refiere al proyecto todos ellos sería muy complicado que pudieran participar, puesto que si vemos la distribución de su tiempo con los ingresos que aportan no sería conveniente que abandonaran su actividad actual. En este punto es muy importante señalar que aunque el ingreso la venta de productos solo representa el 1.5% del total, la venta de plantas aromáticas y medicinales es la que genera la mayor ganancia (74%), por lo que la convierte en la mejor opción de comercialización.

Dentro de los huertos biointensivos se cultivan diversas variedades de hortalizas y plantas aromáticas, sin embargo, de las hortalizas son pocas las que se producen y generalmente para autoconsumo ya que la mayoría de la venta de estos productos es de semilla y en plántula. En el caso de las aromáticas se tiene una mayor producción, aunque igual que en el caso de las hortalizas la venta es en plántula. La comercialización de todos sus productos se lleva a cabo en la Facultad de Ciencias Naturales de la UAQ.

### **Intercambio de enfoques y capacitación técnica**

En un proyecto conjunto es importante conocer las perspectivas que ambas partes tienen sobre el proyecto por lo que durante la entrevista a Ricard Armengol, gerente de Provital Group pudimos conocer que la idea de hacer un proyecto en colaboración con una comunidad en México por parte de Provital Group surge debido a que actualmente en España se tiene un proyecto muy similar, además de que cada vez el mercado cosmético exige más este tipo de colaboraciones con comercio justo, productos ecológicos y ecológicamente sustentables, además de apoyo a comunidades desfavorecidas. Ellos confían en el grupo “Mujeres y ambiente” ya que perciben en ellas motivación ganas y capacidad de trabajo, por lo que les apoyará con las capacitaciones y material para poner en marcha el proyecto y también tratar de solventar el tema del agua que es el punto que más les preocupa a las productoras. Esto confirma lo dicho por Fernández y Jiménez (2008) en donde afirma que la empresa privada prefiere participar en proyectos con actores de su área de influencia y proyectos afines a sus negocios.

Para las integrantes del grupo “Mujeres y Ambiente” este es un proyecto del que aprendan cosas nuevas y sobre todo una manera de obtener ingresos para sus hogares. La parte del cultivo es algo que se les facilitaría, mientras que la parte difícil sería la organización y

administración, sin embargo todas creen firmemente que el grupo puede llevar a cabo un negocio. Ellas ven la participación de una empresa privada dentro del proyecto como algo bueno, ya que ellos pueden aprender mucho, saben que se pueden apoyar mutuamente y también creen que su participación es un respaldo al proyecto.

Como resultado de la fase de intercambio, se firmó un convenio de colaboración entre La Universidad Autónoma de Querétaro, Grupo Provital y las integrantes del grupo "Mujeres y Ambiente" de este convenio se derivan entre otros el compromisos de capacitación y participación al grupo del grupo de mujeres en lo relacionado a la propagación y cultivo de plantas aromáticas y medicinales.

Durante el curso se propagaron semillas de árnica, manzanilla y toronjil y esquejes de romero y salvia mismos que fueron utilizadas durante la segunda parte del curso cuando se impartió la parte de cultivo en campo. Para ellas la parte más importante del curso es el saber darle el valor a cada planta, conocer su origen y para qué sirve, así como la importancia de conocer los nombres comunes y científicos.

Las plantas que utilizan actualmente en sus productos provienen de sus traspatios, algunas las compran o se consiguen con vecinos o se compran con hierberos y algunas otras como la golondrina, el gordolobo, el diente de león, el árnica, la sábila, el nopal, la espinosilla y la hierba del sapo provienen de la colecta, como se hace actualmente en el país (Muñeto, 2009). Es por ello que durante el curso de capacitación se enfatizo en la importancia que tienen las plantas aromáticas y medicinales en nuestro país y sobre todo la importancia que tiene el propagar y cultivar estas especies como una forma de conservar nuestros recursos naturales. Manifiestan que actualmente aplican las técnicas que aprendieron durante el curso e incluso han empezado a cultivar algunas como la manzanilla y el árnica y que han obtenido mejores resultados puesto que la germinación es más rápida e incluso usan menos agua.

### **CONCLUSIONES**

El proyecto fomenta mecanismos que permiten valorar y hacer uso de los recursos de las comunidades periurbanas, ante la migración y la urbanización.

En la microcuenca la mayoría de las plantas aromáticas y medicinales que son utilizadas provienen de la recolección, lo que podría ocasionar una presión sobre los recursos, por lo que proyectos como este ayudan a disminuir dicha presión.

En el desarrollo rural sustentable, todos los actores juegan un papel importante, el papel de la iniciativa privada es algo que poco se aborda, sin embargo su participación en los proyectos locales representa un respaldo para los habitantes de las comunidades.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Fernández, E y Jimenez, F., (2008). Responsabilidad empresarial ambiental en la gestión de recursos naturales y cuencas hidrográficas en Costa Rica 2. Percepción incentivos, participación y experiencias. *Recursos Naturales y Ambiente*. 56 (57): 82-90.
- Holt, E. (2008). Campesino a campesino: Voces de Latinoamérica Movimiento Campesino par la Agricultura Sustentable. Managua: SIMAS.
- Lecup, I. (2013). Empresas comunitarias de productos arbóreos y forestales: Análisis y Desarrollo de Mercados. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Martínez S. y Monroy R. (2009). La expansión urbana sobre el campo mexicano. La otra cara de la crisis agrícola. *Revista Estudios Agrarios*. 29-46.
- Mendoza y Ramírez, (1997). En: Cruz, A. (2012). Regiones aptas para el desarrollo de la agricultura orgánica en Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
- Mujeres y Ambiente (2010-2013). Anexos de los lineamientos para el otorgamiento de subsidios a grupos de mujeres, pueblos indígenas y Jóvenes con perspectiva de Género. Ejercicio 2013. La Carbonera: Comunidad Sustentable. Grupo Mujeres y Ambiente.
- Muñeton, (2009). En: Juárez, C., Aguilar, J., Juárez, M., Burgarín, R., Juárez, P y Cruz, E. (2013). Hierbas aromáticas y medicinales en México: Tradición e innovación. *Revista Bio Ciencias* 2(3): 119-129
- PRPC (2010) Plan Rector de Producción y Conservación "Microcuenca Buenavista". 9ª Generación de la maestría en gestión integrada de cuencas, UAQ, Querétaro.
- Provital, S.A. (2012). Proyecto BioDeVate. Barcelona, España. [www.provitalgroup.com](http://www.provitalgroup.com)
- Ventura, O. (2010). Las Plantas Aromáticas y Medicinales (PAM). Una alternativa para los ecosistemas de montaña en el Perú. Lima, Perú: Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación (CEDEP).

---

---

## SUBSOLEO EN LA INFILTRACIÓN DE AGUA Y LIXIVIACIÓN DE SALES EN HUERTAS DE NOGAL PECANERO DE LA LAGUNA

**Ricardo Barrera Tovar, José Alfredo Samaniego Gaxiola, Isidro Reyes Juárez, Juan Guillermo Martínez Rodríguez, Rodolfo Faz Contreras, Antonio Anaya Salgado y Miguel Palomo Rodríguez**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila (México).

[barrera.ricardo@inifap.gob.mx](mailto:barrera.ricardo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En el mundo las áreas de suelo afectadas por sales están distribuidas ampliamente, pero son de mayor importancia, para el ser humano, en áreas áridas y semiáridas utilizadas para la agricultura intensiva (Crescimanno *et al.*, 1995). La superficie afectada a nivel mundial es de 9 millones de km<sup>2</sup> (Szabolcs I., 1994). En México más de 572 mil ha de suelo con sistema de riego (SIAP-SAGARPA, 2012), está afectada por salinidad y de ésta, el 64 % se localiza en la parte norte del país (Umali DL., 1993). La Comarca Lagunera cuenta con 8,276.38 has de nogal pecanero todas bajo sistema de riego (SAGARPA, 2012), de acuerdo con una evaluación en 18 huertas, alrededor del 75% tuvieron agua con más 0.7 dS/m de CE (Rivera *et al.*, 1997), lo que significa que requieren un manejo adecuado de agua y de suelo para prevenir efectos adversos. En 2002, Figueroa *et al.*, evaluaron los sistemas de labranza utilizados en 17 huertas nogaleras y su efecto en la compactación del suelo, encontrando valores de compactación y densidad aparente (0.83 MPa y 1.61 g/cm<sup>3</sup>) cercanos al límite para crecimiento de raíces (1.034 MPa y 1.7 g/cm<sup>3</sup>) respectivamente (González C., G. 1996), factores que influyen de manera directa en la salinización de suelos. En relación a lo anterior, en el presente trabajo se estudió el impacto del subsoleo en huertas de nogal pecanero como una estrategia para incrementar la infiltración de agua y lixiviación de sales.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Comarca Lagunera, Región Norte-Centro de México. El trabajo se realizó en tres huertas “El CELALA”, “La Partida” y “San Pedro”, en 0.15 hectáreas por huerta. Los suelos se clasifican como aluviales. En diciembre de 2013 se tomaron muestras de suelo y agua para la determinación de su conductividad eléctrica (CE), que representa de forma indirecta el contenido de sales, y se llevó a cabo la primera etapa de investigación, en marzo de 2014 nuevamente se tomaron muestras de suelo para analizar la CE, llevándose a cabo también la segunda y última etapa del trabajo de investigación. El tratamiento aplicado consistió

en un paso del subsolador, Pinocchio 250, compuesto de 3 picos delanteros y 4 traseros, a una profundidad de 90 cm y con 40 cm de espaciado entre ganchos, jalados por un tractor John Deere 6603 de 175 caballos de potencia. Posteriormente se aplicó una lámina de agua de 30 cm.

El tratamiento se evaluó sobre tres repeticiones, cada una compuesta por una hilera de 15 x 100 m y a 30, 60 y 90 cm de profundidad. Antes y después de la aplicación del tratamiento, se determinaron las siguientes variables: densidad aparente ( $D_a$ ) por el método del hoyo, compactación con el Penetrómetro Manual Eijkelkamp, conductividad hidráulica saturada en campo ( $K_{fs}$ ) con el Permeámetro de Guelph y conductividad eléctrica del suelo (CE) por laboratorios del CENID RASPA, Unidad Laguna.

Para la determinación de la  $D_a$  se marcaron pozos de 20 x 30 cm en la superficie del suelo y de 0-30, 30-60 y 60-90 cm de profundidad, se extrajo todo el suelo de los pozos y se pesó en fresco; se tomaron 10 gr de suelo que posteriormente fueron sometidos a la estufa a 105°C por 24 horas para después obtener el porcentaje de humedad según el método de prueba de densidad aparente (SoilSurvey Staff 1999); en seguida sobre la superficie de la cepa se colocó un plástico; se llenó la cepa con agua y se anotó el volumen ingresado, finalmente la densidad aparente se calculó dividiendo los gramos de peso seco del suelo entre el volumen que ocupaba en el campo (Gutiérrez, 2010).

Para la evaluación de la compactación del suelo se utilizó un Penetrómetro Manual con número 06.01.SA marca, Eijkelkamp, provisto de un manómetro, barras y conos. El instrumento permite realizar mediciones de compactación hasta de 1000 Newton y un metro de profundidad. Se utilizó el cono número 3 con una área en la base de 3.5 cm<sup>2</sup>, para cada centímetro se obtuvo la compactación expresada en MPa. En cada profundidad se realizaron tres inserciones.

Para la determinación de la  $K_{fs}$ , se utilizó el Permeámetro de Guelph, instrumento que consta de dos tubos concéntricos de diferentes diámetros y lleva acoplado un sistema que permite mantener una carga hidráulica constante. La metodología para su determinación fue la siguiente: se perforaron orificios en el suelo a 30, 60 y 90 cm de profundidad. Se llenó el depósito de agua del Permeámetro Guelph y se cerró para crear vacío. Se introdujo el cilindro de menor diámetro en los orificios del suelo. Se abrió el émbolo de la parte superior y se realizaron lecturas del flujo para dos cargas hidráulicas constantes, de 5 y 10 cm. Finalmente para el cálculo de  $K_{fs}$  y evitar valores negativos se utilizó el análisis de Richards, Elrick *et al.*, 1989.

Para la determinación de la salinidad del suelo se utilizó equipo básico de muestreo como: plástico cuadrado de 1 x 1 m, bolsas plásticas, pala jardinera y tarjetas de identificación. Se

tomaron 10 submuestras en zigzag a profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cm eliminando los dos primeros centímetros para evitar contaminación por restos vegetales, de la cantidad de suelo de cada una de las 10 submuestras se homogenizó y se tomó una tercera parte de aproximadamente 600 gr. Finalmente se homogenizaron las 10 submuestras y solo 1.5 kg se envió al laboratorio para su análisis.

Para el análisis estadístico se utilizó una separación de medias Student-Newman-Keuls (SNK). Aplicando el modelo lineal general (GLM) analizado con el programa estadístico SAS® (Statistical Analysis System) versión 9.2, con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad aparente del suelo es uno de los parámetros más utilizados para describir los fenómenos de compactación, ya que refleja principalmente el volumen de poros existente en el suelo (Rubio y Lavado, 1990). En este estudio, la aplicación del tratamiento “subsoleo más riego”, redujo la densidad aparente del suelo, encontrándose un descenso de 29, 29 y 19 % con relación a la profundidad del suelo. La Figura 1, muestra el resultado promedio de las tres huertas muestreadas, en las profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cm.

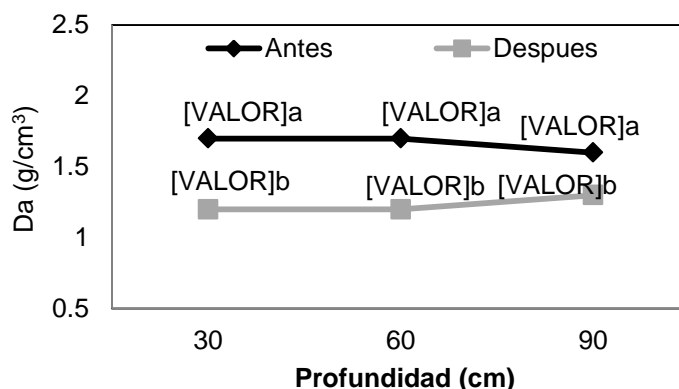


Figura 1. Densidad aparente del suelo en huertas de nogal pecanero, antes y después de la aplicación del tratamiento “subsoleo más riego”.

La densidad aparente en los suelos subsolados muestra una diferencia significativa en relación con los suelos no subsolados, esto demuestra que la densidad aparente disminuye debido a que el suelo se fracturó y permitió que los agregados más grandes se fracturen dejando más espacio poroso, la densidad aparente está en relación directa con la porosidad (Wheeler *et al.*, 2002). Nuestros resultados coinciden con los encontrados por los autores (Bustos y Chicaiza, 2011), en la evaluación del efecto del subsoleo en la producción del frijol. Por lo que se indica



que el “subsoleo más riego” generan un efecto positivo al disminuir la densidad aparente del suelo en huertas de nogal pecanero.

La compactación de suelos es uno de los factores de mayor incidencia en la degradación de suelos agrícolas (Ball *et al.*, 1997), caracterizándose por la reducción del tamaño, continuidad y cantidad de poros del suelo (Soane, 1980). En este estudio, la aplicación del tratamiento “subsoleo más riego”, presenta diferencia estadística, redujo la compactación del suelo, encontrándose un descenso de 43, 35 y 37.5 % con relación a la profundidad. La Figura 2, muestra el resultado promedio de las tres huertas muestreadas, en las profundidades de 30, 60 y 90 cm.

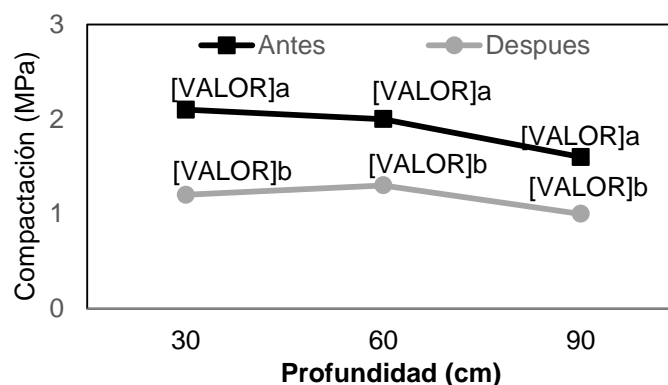


Figura 2. Compactación del suelo en huertas de nogal pecanero, antes y después de la aplicación del tratamiento “subsoleo más riego”.

Los autores (Guerra y Mendieta, 2011), también encuentran en suelos con cultivo de pastos que el subsoleo genera diferencia estadística en la compactación del suelo. De acuerdo a nuestros resultados, se indica que el subsoleo más riego disminuyen la compactación de suelos en huertas de nogal pecanero, debido a que el subsoleo rompe los agregados más grandes para convertirlos en estructuras más pequeñas, beneficiando el intercambio de agua y aire (Duque y Escobar 2002).

La conductividad hidráulica saturada, es la cantidad de agua por unidad de tiempo que fluye o pasa a través de una columna de suelo saturado y depende del tamaño, número, orientación, distribución y continuidad de los poros especialmente los de retención, el tamaño de las partículas, tipo de fluido y cantidad relativa de fluido presente en la matriz del suelo (Reichardt y Timm, 2004). En el presente estudio la conductividad hidráulica mostró diferencia estadística por efecto de la aplicación del tratamiento subsoleo más riego, incrementándose 81, 83 y 56 % con relación a la profundidad del suelo. La Figura 3, muestra el resultado promedio de las tres huertas muestreadas, en las profundidades de 30, 60 y 90 cm.

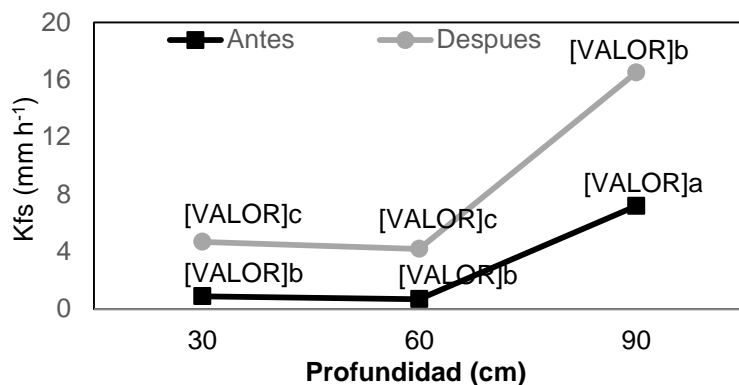


Figura 3. Conductividad hidráulica del suelo en huertas de nogal pecanero, antes y despues de la aplicación del tratamiento “subsoleo más riego”.

Al igual que en la densidad aparente y compactación del suelo, la conductividad hidráulica se ve afectada positivamente por efecto de la aplicación del tratamiento “subsoleo más riego”, lo anterior debido a que el subsoleo es una acción de laboreo de suelo que produce grietas con la finalidad de romper el horizonte compactado sin que el suelo sea volteado, ya que el implemento avanza frontalmente contra el perfil, lo que deja intacta la fertilidad natural de los horizontes superficiales.

El nogal pecanero, está entre las especies vegetales cultivadas bajo riego sensibles a las sales (Miyamoto, 2006). La determinación de la conductividad eléctrica es una forma indirecta de medir la salinidad del suelo que representa un serio problema para el nogal, ya que incrementa la presión osmótica de la solución del suelo, lo que dificulta la disponibilidad de agua y nutrientes para las raíces de las plantas (Chhabra, 1996), además de que puede presentarse toxicidad de iones y desbalance nutricional (Willadino y Camara, 2004).

La Figura 4, muestra el resultado promedio de las tres huertas muestreadas, en las profundidades de 0-30, 30-60 y 60-90 cm.

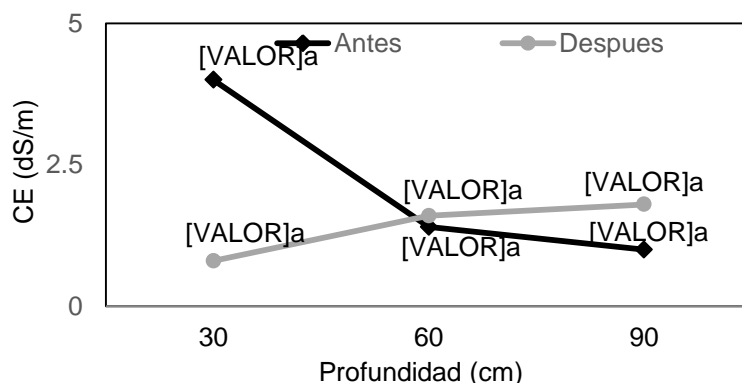


Figura 4. Conductividad electrica del suelo en huertas de nogal pecanero, antes y despues de la aplicación del tratamiento “subsoleo más riego”.

En este estudio la aplicación del tratamiento “subsoleo más riego” no presentó diferencia estadística en la conductividad eléctrica del suelo. Se observa que el suelo hasta los primeros 30 cm fue lavado de sales encontrándose un decremento en la CE de 80 %, mientras que en la profundidad de 30 a 60 cm la CE incrementó un 13 % y en la profundidad de 60 a 90 cm también se incrementó la CE con 44 %. Aunque no hubo significancia estadística con la aplicación del tratamiento, existe una clara diferencia numérica principalmente en las profundidades de 0-30 y 60-90 cm. El mayor incremento de la CE se fue a la profundidad 60-90 cm debido al efecto del lavado de sales en las partes superficiales. Consideramos que para que las sales puedan ser llevadas a mayores profundidades se requiere de un incremento en la cantidad de agua aplicada.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Ball, B.C., D.J. Campbell, J.T. Douglas, J.K. Henshall y M.F.O. Sullivan. 1997. Soil structural quality, compaction and land management. *European Journal of Soil Science* 48(1): 593-601.
- Chhabra, R. 1996. Soil salinity and water quality. A.A. Balkema Publishers. Old Post Road. Brookfield, VT. USA. pp. 37.
- Crescimanno, G., M. Iovino y G. Provenzano. 1995. Influence of salinity on soil structural and hydraulic characteristics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 1701-1708.
- Elrick, D.E., Reynolds, W.D. Y Tan, K.S. Hydraulic conductivity measurements in the unsaturated zone using improved well analyses. *Ground Water Monit. Rev.* 9: 184-193, 1989.
- Figueroa, V.U., Medina, M.M.C. y Chávez G.J.F. 2002. Manejo del suelo. Tecnología de producción en nogal pecanero. Libro ISBN 968 – 800 – 542 – 8. Pag. 77-99.
- Gupta, S.C.; R.R. Allmaras: *Models to assess the susceptibility of soils to excessive compaction. In Advances on Soil Science*, Volume 6, ed. B. A. Stewart. 65-100, Springer Verlag, New York, USA, 1987.
- Miyamoto, S. 2006. Diagnosis and management of salinity problems in irrigated Pecan production. Texas Water Resource Institute. El Paso, TX. TR-287. Pp.1-4.
- Reichardt, K.; C.L. Timm 2004. Solo, planta e atmosfera. Conceitos, Processos e Aplicações. Editora Manole. SP (Brasil). 478p.
- Soane, B.D. 1980. The role of field traffic studies in soil management research. *Soil & Tillage Research* 1: 205-206.

## EVALUACIÓN DE AMBROSIA AMBROSIOIDES COMO POSIBLE HIPERACUMULADORA DE PLOMO

Contreras-Pinto L A<sup>a</sup>, Valencia Castro C M<sup>a</sup>, De la Fuente-Salcido N M<sup>a</sup>,  
Linaje Treviño M S<sup>a</sup>, Trejo Calzada R<sup>b</sup>.

a Universidad Autónoma de Coahuila, Escuela de Ciencias Biológicas, Maestría en Ingeniería Bioquímica, Ciudad Universitaria, carretera Torreón Matamoros, Km. 7.5 ejido el Águila, C. P. 27276 Torreón Coahuila, México. \*[alejandrocontrerasp@gmail.com](mailto:alejandrocontrerasp@gmail.com)

b Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo, Apartado Postal Núm. 8. Carretera Gómez Palacio-Cd. Juárez, Km. 40. Bermejillo, Durango C. P. 35230, México.

### INTRODUCCIÓN

Los metales pesados son componentes naturales de la corteza terrestre, no obstante, su equilibrio en el medio ambiente se ve afectado por actividades antropogénicas. (Vogel-Mikus *et al.*, 2008). La acumulación de metales pesados en suelo y agua es un riesgo para el medio ambiente y para la salud humana, ya que estos no pueden ser degradados (Rajkumar *et al.*, 2010) y sus concentraciones como contaminantes en el medio ambiente aumentan cada año (Mellem *et al.*, 2009).

La contaminación por plomo es un caso típico de un metal pesado que es liberado al medio ambiente como contaminante por prácticas como la minería (Nguyen *et al.*, 2011). En forma elemental, el plomo es insoluble y los compuestos mas solubles de dicho metal son el acetato de plomo, cloruro de plomo y nitrato de plomo. A nivel atmosférico es comúnmente encontrado en forma de sulfato o carbonato de plomo (Peer *et al.*, 2005). Es bien sabido que este metal resulta dañino para los diferentes ecosistemas y la salud humana. La mayoría de los casos de contaminación severa por plomo son resultado de actividades económicas irresponsables (Peer *et al.*, 2005). En la ciudad de Torreón Coahuila, México, antes de las acciones de mitigación que lleva a cabo la principal empresa fundidora contaminante, las concentraciones de plomo en el suelo se encontraban entre las 389 a 8,060 ppm.

Ante dicha problemática, es necesario aplicar procesos capaces de removerlos del suelo (Vangronsveld *et al.*, 2009) con el fin de evitar que estos contaminantes entren en la cadena alimenticia o se lixivien a los mantos freáticos (Zeng-Yei *et al.*, 2010). Las técnicas normalmente utilizadas dan por lo regular buenos resultados, aun así solo resultan efectivas cuando se aplican en áreas pequeñas, además de resultar costosas, causar disturbios al suelo y no ser aceptadas por el público en general. La fitorremediación es una técnica de remediación de suelo y agua que se encuentra en una etapa de desarrollo, además ha atraído el interés de los investigadores a lo largo del mundo en los últimos años.

El término “fitorremediación” es la combinación de dos palabras, “fito” del griego que significa “planta” y “remedium” del latín que significa “corrección o remoción de un mal”, por lo tanto, esta técnica puede resumirse como el uso de plantas y microorganismos del suelo para retirar agentes contaminantes y/o amortiguar sus efectos negativos en el agua o suelo (Bhargava *et al.*, 2012; Hong-Ming *et al.*, 2009; Kotrba *et al.*, 2009; Rajkumar *et al.*, 2009).

Diversas plantas alrededor del mundo han sido identificadas como candidatas para la fitorremediación. Las plantas capaces de traslocar grandes cantidades de metal del suelo o agua contaminados a su interior sin presentar síntomas o efectos nocivos son denominadas “plantas hiperacumuladoras” (Tak *et al.*, 2013; Mudgal *et al.*, 2010). Comúnmente las plantas capaces de esto producen cantidades bajas de biomasa (Mahdieh *et al.*, 2013). En este estudio, se evalúa la capacidad de *Ambrosia ambrosioides* para absorber y acumular plomo en sus tejidos, se trata de una maleza que crece con mucho éxito en ambientes riparios, aunque también se desarrolla en ambientes secos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Recolección y preparación de los sujetos experimentales**

Durante septiembre de 2013 se realizó un muestreo en el parque estatal “el cañón de Fernández” en Cd. Lerdo, Durango. Donde se colectaron plantas *Ambrosia ambrosioides* también conocida como “Chicura”. Las plantas fueron seleccionadas en similitud de altura (entre 25 y 30 cm), extraídas desde la raíz y trasplantadas en vasos de plástico con aproximadamente 400 cm<sup>3</sup> de suelo (una planta en cada vaso). Se las dejó aclimatar durante 15 días en condiciones de invernadero, con una aplicación diaria de 20ml de agua destilada para evitar el estrés hídrico. Después fueron trasplantadas en vasos que contenían aproximadamente 450 cm<sup>3</sup> de perlita mineral bien lavada, eran regadas diariamente con 20 ml de Solución nutritiva de Hoagland modificada (el KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> no fue incluido en los nutrientes con el fin de evitar la precipitación de fosfato de plomo). Se dejó aclimatar a las plantas en estas condiciones durante 15 días.

### **Exposición al metal**

Después de la aclimatación las plantas fueron expuestas por separado a tres soluciones de plomo con concentraciones de 0.25, 0.5 y 1.5 g L<sup>-1</sup> (Como Pb (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>). Durante el periodo de exposición (20 días) eran aplicados 20 ml de la solución metálica cada tercer día y la solución nutritiva de Hoagland modificada se aplicaba los días entre las aplicaciones de metal. El experimento fue realizado por triplicado.

Análisis de contenido de plomo

Al concluir los 20 días de tratamiento con las soluciones metálicas las plantas fueron cosechadas, intensamente lavadas 2 veces con agua de grifo, lavadas 5 veces con agua desionizada, seccionadas en raíz, tallo y hoja; secadas al sol por 2 días y después secadas en un horno de secado a 80 °C durante 3 días. El material vegetal seco fue molido en un molino vegetal y para su análisis por absorción atómica fueron pesados 0.5 g de muestra (material vegetal molido) y colocados en matraces kjeldahl. Las muestras fueron digeridas por vía húmeda con 10 ml de una mezcla acida Nítrico-Perclórica en relación 3:2. Se calentó a 99° C hasta eliminar toda la materia orgánica y que la solución se tornara clara. Las muestras se aforaron a 50 ml cada una con agua desionizada. La cuantificación de plomo se realizó en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer modelo AANALYST 200 de la URUZA-UACH. Una solución estándar de 1000 ppm de plomo fue utilizada para la curva de calibración con una R2 de 0.9934.

#### **Análisis estadístico.**

Se utilizó un diseño completamente azar con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Las cantidades de plomo obtenidas, fueron agrupadas acorde al diseño y posteriormente se llevó a cabo un análisis de varianza para separar la varianza debida a los tratamientos de la del error experimental. Cuando se obtuvo diferencia estadística entre tratamientos se realizó una prueba de comparación múltiple de medias, con el propósito de encontrar la fuente de variación que proporcionó una diferencia significativa en el análisis de varianza. Este análisis se repitió para cada parte morfológica de la planta, esto es, en raíces, tallos y hojas.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

La chicura, expuesta a las soluciones de plomo, no presentó ningún síntoma visible de estrés. En la figura 1 se muestra el contenido de plomo en raíces con respecto a la concentración de plomo aplicada a las plantas de chicura.

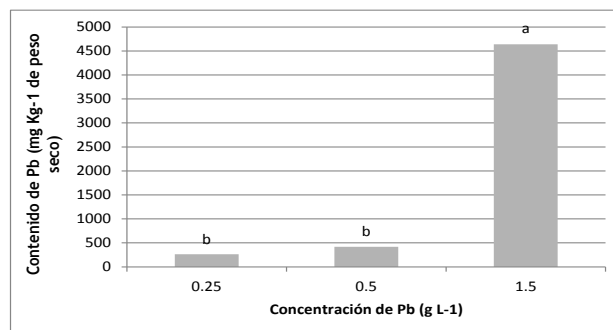


Figura 1. Contenido de plomo ( $\text{mg Kg}^{-1}$  de peso seco) en las raíces de la chicura (*Ambrosia ambrosioides*) expuestas a diferentes concentraciones de plomo durante 20 días. Las diferentes letras (a y b) indican diferencia estadística significativa.

Puede observarse que cuando se aplicó el nivel más alto del metal a la planta, hubo un incremento importante ( $p < 0.05$ ) en la absorción de plomo en raíz de  $4,638 \text{ mg Kg}^{-1}$  de peso seco, comparado a lo observado en los niveles de  $0.25$  y  $0.5 \text{ g L}^{-1}$ , en los cuales fue similar ( $p > 0.05$ ) la concentración de plomo con  $263.22$  y  $418.63 \text{ mg Kg}^{-1}$  de peso seco respectivamente.

El movimiento o translocación del plomo a los tallos y hojas fue importante sólo cuando se aplicó el nivel medio y alto a la planta. En la figura 2A se aprecia dicho efecto en los tallos, encontrando una concentración inferior ( $p < 0.05$ ) en el nivel más bajo del plomo aplicado en comparación con el observado en los niveles medio y alto, no encontrándose en estos últimos diferencia estadística. En el caso de la acumulación de plomo en las hojas de chicura, se presentó un incremento lineal a medida que se incrementaba la aplicación de plomo a las plantas. A esto se debe que se haya encontrado diferencia estadística entre todos los valores medios de concentración de plomo en las hojas de chicura, siendo la acumulación más alta de  $484.38 \text{ mg}$  de plomo  $\text{Kg}^{-1}$  de peso seco (Figura 2B).

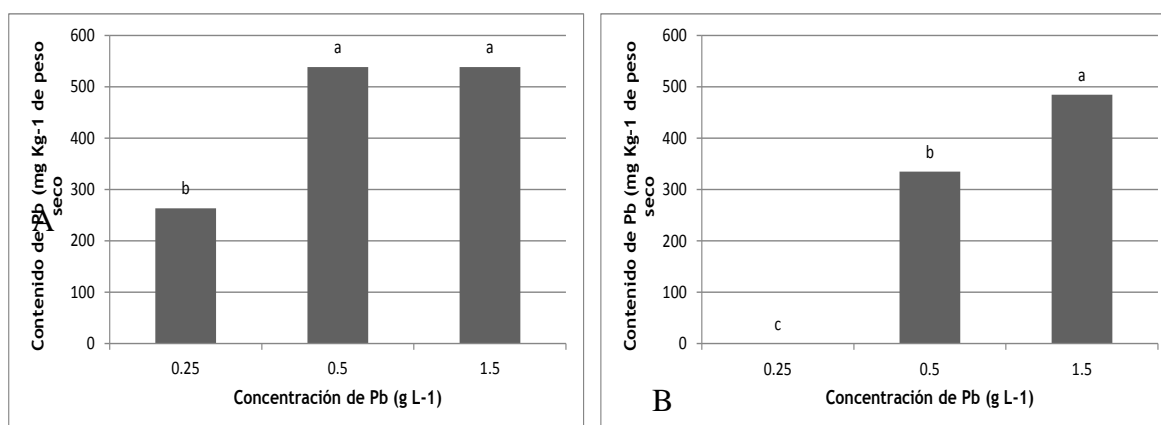


Figura 2. Contenido de plomo ( $\text{mg Kg}^{-1}$  de peso seco) en tallos (A) y hojas (B) de la chicura (*Ambrosia ambrosioides*) expuestas a diferentes concentraciones de plomo durante 20 días. Las diferentes letras (a y b) indican diferencia estadística significativa.

Los resultados de la investigación muestran una mayor acumulación de plomo en la raíz que en el resto de la planta alcanzando valores de hasta  $4,638 \text{ mg Kg}^{-1}$  de peso seco; sin embargo no se encontró diferencia significativa entre los valores medios del contenido del metal en las diferentes partes de la planta, no obstante, es evidente la mayor concentración del mismo en la raíz, seguido por el tallo y finalmente la hoja. Es probable, que el tamaño de la muestra sea la causa o la explicación de la no significancia encontrada, en tal caso se recomienda incrementar el tamaño de la misma.

## CONCLUSIONES

La chicura no presentó síntomas de estrés en los 20 días del experimento; ni siquiera cuando se trabajó con concentraciones de plomo de  $1.5 \text{ g L}^{-1}$ . La cantidad de plomo que necesita absorber una planta para poder ser reconocida como hiperacumuladora de éste metal es de  $1000 \mu\text{g g}^{-1}$  (Chaney *et al.*, 2007), en este experimento *Ambrosia ambrosioides* logró absorber suficiente plomo para asegurar que es una planta hiperacumulador, sin embargo, la planta no extrajo grandes cantidades, sino que absorbió la mayor cantidad de éste en las raíces convirtiéndola en una buena candidata para operaciones de fitorremediación pero como fitoestabilizadora (Agudelo *et al.*, 2005)

La evidencia recolectada muestra que la chicura es una planta hiperacumuladora de plomo y por lo tanto puede ser utilizada en proyectos de fitorremediación.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Agudelo BLM, Macias MKI, Suárez MAJ. 2005. Fitorremediación: la alternativa para absorber metales pesados de los biosólidos. *Revista Lasallista*. 2:57-60.
- Bhargava A, Carmona FF, Bhargava M, Srivastava S. 2012. Approaches for enhanced phytoextraction of heavy metals. *Journal of Environmental Management* 105:103-120.
- Chaney RL, Angle JS, Broadhurst CL, Peters CA, Tappero RV, Sparks DL. 2007. Improved understanding of hyperaccumulation yields commercial phytoextraction and phytomining technologies. *Journal of Environmental Quality* 36:1429-1443.
- Hong-Ming L, Ting-Hsiang L, Jeng-Min C, Kuo-Chen Y. 2009. Model evaluation of the phytoextraction potential of heavy metal hyperaccumulators and non-hyperaccumulators. *Environmental Pollution* 157:1945-1952.
- Kotrba P, Najmanova J, Macek T, Ruml T, Mackova M. 2009. Genetically modified plants in phytoremediation of heavy metal and metalloids soil and sediment pollution. *Biotechnology Advances* 27:799-810.
- Mahdih M, Yazdani M, Mahdih S. 2013. The high potential of *Pelargonium roseum* plant for phytoremediation of heavy metals. *Environmental Monitoring and Assessment DOI* 10.1007/s10661-013-3141-3
- Mellem JJ, Baijnath H, Odhav B. 2009. Translocation and accumulation of Cr, Hg, As, Pb, Cu, and Ni by *Amaranthus dubius* (Amaranthaceae) from contaminated sites. *Journal of Environmental Science and Health Part A* 44:568-575.
- Mudgal V, Madaan N, Mudgal A. 2010. Heavy metals in plants: phytoremediation: Plants used to remediate heavy metal pollution. *Agriculture and Biology Journal of North America* 1:40-46.
- Nguyen TH, Masayuki S, Sakae S. 2011. Accumulation of Indium and other heavy metals by *Eleocharis acicularis*: An option for phytoremediation and phytomining. *Bioresource Technology* 102:2228-2234.
- Peer WA, Baxter IR, Richards EL, Freeman JL, Murphy AS. 2005. Phytoremediation and hyperaccumulator plants. *Topics in Current Genetics* 14:299-340.
- Rajkumar M, Ae N, Freitas H. 2009. Endophytic bacteria and their potential to enhance heavy metal phytoextraction. *Chemosphere* 77:153-160.
- Rajkumar M, Ae N, Vara Prasad MN, Freitas H. 2010. Potential of siderophore-producing bacteria for improving heavy metal phytoextraction. *Trends in Biotechnology* 28:142-149.
- Tak HI, Ahmad F, Babalola OO. 2013. Advances in the application of plant growth-promoting rhizobacteria in phytoremediation of heavy metals. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 223:33-52.
- Vangronsveld J, Herzig R, Weyens N, Boulet J, Adriaensen K, Ruttens A, Thewys T, Vassilev A, Meers E, Nehnevajova E, Van der Lelie D, Mench M. 2009. Phytoremediation of contaminated soils



- and groundwater: lessons from the field. *Environmental Science and Pollution Research* 16:765-794.
- Vogel-Mikus K, Simcic J, Pelicon P, Budnar M, Kump P, Necemer M, Mesjasz-Przybylowicz J, Przybylowicz WJ, Regvar M. 2008 Comparison of essential and non-essential element distribution in leaves of the Cd/Zn hyperaccumulator *Thlaspi praecox* as revealed by micro-PIXE. *Plant, Cell and Environment* 31:1484-1496.
- Zeng-Yei H, Shaw-Wei S, Hung-Yu L, Horng-Yuh G, Ting-Chien C, Zueng-Sang C. 2010. Remediation techniques and heavy metal uptake by different rice varieties in metal-contaminated soils of Taiwan: New aspects for food safety regulation and sustainable agriculture. *Soil Science and Plant Nutrition* 56:31–52.

## ANÁLISIS DE UN ARADO PARA LABRANZA VERTICAL POR ELEMENTO FINITO

Martínez Reyes Ernesto<sup>1</sup>, Garibaldi Márquez Francisco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón. km. 32.5 Carretera Aguascalientes-Zac. Apartado postal 20. Pabellón de Arteaga, Ags. México. CP.20660. [martinez.ernesto@inifap.gob.mx](mailto:martinez.ernesto@inifap.gob.mx). <sup>2</sup>Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Interior Internado Palmira S/N, Col. Palmira Cuernavaca, Morelos. C.P. 62490

### INTRODUCCIÓN

La labranza vertical es utilizada en la agricultura de conservación. Esta modalidad de agricultura permite mejorar las propiedades físicas del suelo, además, reduce el número de labores, la cantidad de equipos a utilizar y el consumo de combustible, las cuales son ventajas sobre la labranza tradicional (Rodríguez y Font, 2011). El arado para labranza vertical, también conocido como multiarado, es un implemento que tiene unas aletas laterales, como se observa en la figura (1 a). Estas aletas permiten roturar horizontalmente el suelo y trozar raíces de malezas. Se ha encontrado que el tiempo de preparación del suelo con el uso del multiarado disminuye en 75% y se ahorra hasta el 50% en costos de preparación, comparado con la labranza tradicional (Martínez y Jasso, 2004). Sin embargo, se ha reportado que el multiarado con dos cuerpos demanda una gran cantidad de fuerza de tracción (26.2 kN) durante su operación (Romantchik *et al*, 2009), superando a la requerida por el arado de discos con tres cuerpos (14.86 kN) (Cadena y Gaytan, 2004). En la búsqueda continua de reducir los gastos energéticos en la agricultura de conservación, surge la necesidad de estudiar las fuerzas internas que actúan en el material del multiarado causadas por las fuerzas de reacción del suelo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar esfuerzos con el método del elemento finito sobre un cuerpo del multiarado. Esta información es de utilidad para futuros diseños o rediseños de implementos de labranza vertical.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El subsolador se dibujó en 3D en el software de diseño SolidWorks 2012 en escala real, cuyas dimensiones principales se muestran en la figura siguiente (1 a). Después, se extrajo únicamente un cuerpo, figura (1 b). Se puede apreciar que la placa subsuelo (A), se encuentra unida por medio de dos tornillos a dos soportes (B) y a la vez éstos unidos al chasis principal del implemento.

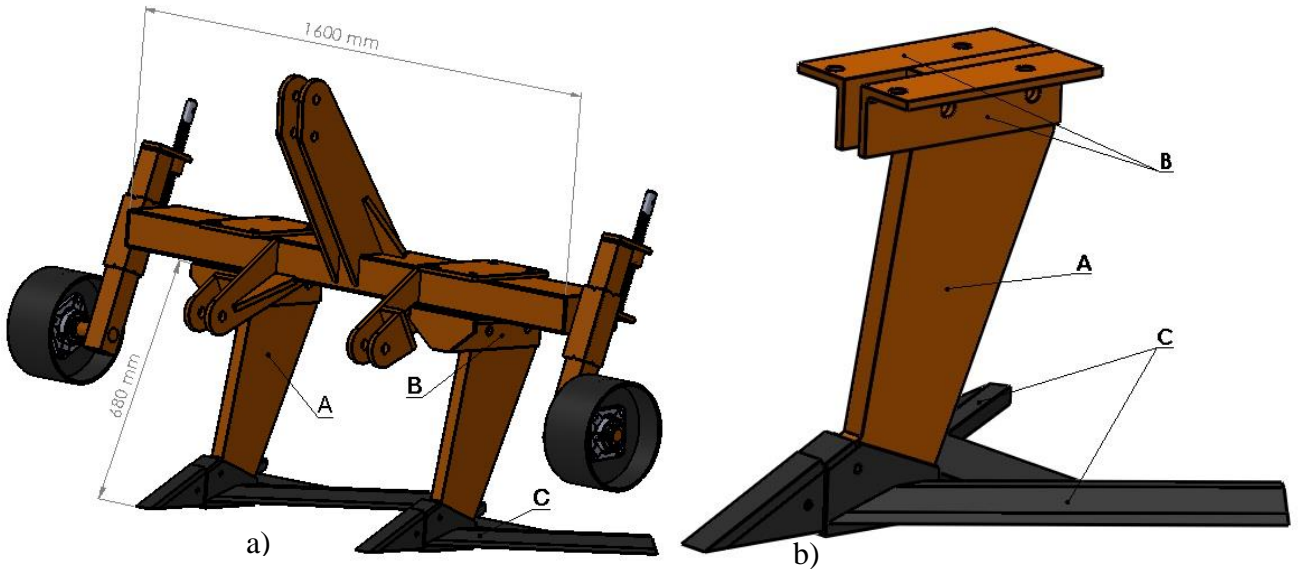


Figura 1. a) Geometría del modelo de subsolador b) Geometría de un cuerpo subsolador

Para el modelado numérico, el dibujo se importó al software de Análisis de Elemento Finito ANSYS Workbench 14.5, para su análisis tipo estructural estático. El material elegido para el modelo fue el acero estructural St 37-2. Sus propiedades físicas y mecánicas se muestran en la siguiente tabla (1).

Tabla 1. Propiedades del acero st 37-2.

Propiedad	Valor
Módulo de Young [GPa]	200
Resistencia última en tensión [MPa]	460
Resistencia de fluencia [MPa]	250
Relación de Poisson [-]	0.3
Densidad [kg.m <sup>-3</sup> ]	7850

Durante la labranza, este equipo se comporta como una viga en cantiléver, sobre la que actúan la fuerzas de reacción del suelo. La magnitud de la carga depende de la profundidad de trabajo y de las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Investigaciones indican que un cuerpo subsolador puede llegar a demandar de 12 000 a 15 000 Newtons de fuerza a la barra de tiro del tractor (Romantchik *et al*, 2009; Cadena y Gaytán, 2004; y Mohumen y NemeAnyib, 1999). Por este motivo, se aplicó una fuerza de 15 000 N sobre el área de las superficies de ataque con el suelo, considerando una profundidad de trabajo de 35 cm, como se muestra en la figura

(2 a). Por ser una fuerza de reacción del suelo, ésta se aplicó en dirección X positiva, de acuerdo con los ejes coordenados de referencia y en sentido contrario al avance del equipo.

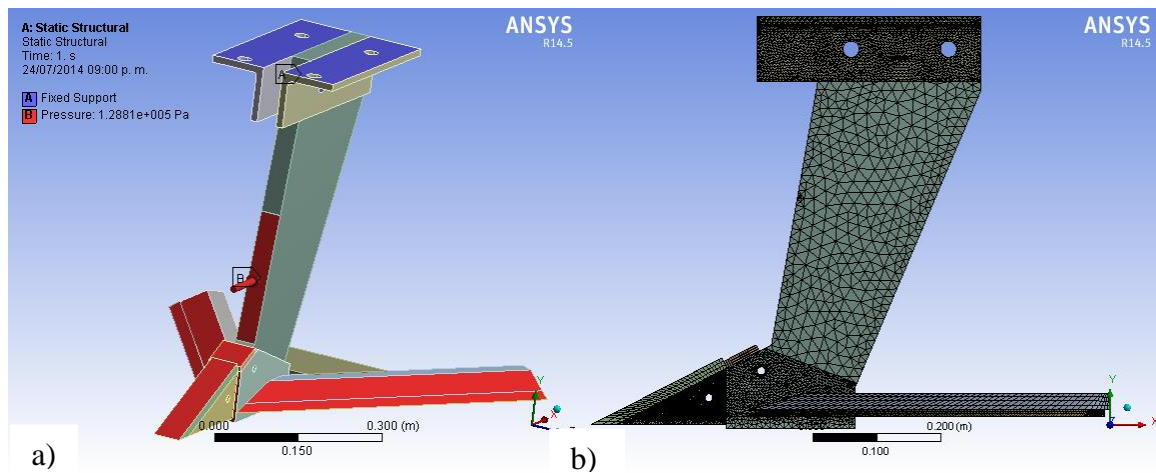


Figura 2. a) Condiciones de frontera del modelo, b) Vista del mallado.

El contacto entre las superficies de la placa subsuelo con las de los soportes, se consideraron unidas friccionalmente. Las caras internas de los agujeros de la placa subsuelo, concéntricas con las caras de las placas soporte, se consideraron totalmente restringidas de movimiento. La misma condición se aplicó para las caras superiores de las placas soportes.

El mallado se realizó en el mismo software de análisis de elemento finito y se utilizaron elementos tipo tetraedros, figura (2 b). Para lograr la estabilidad en el comportamiento de los esfuerzos, se realizó un análisis de convergencia de malla, dando como resultado 93 0151 nodos y 590 943 elementos.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura (3 a) muestra la distribución de esfuerzos von-Mises sobre el modelo. En la parte central se observa una franja de color azul que representa el eje neutro, donde se distribuyen los esfuerzos mínimos. Por el sentido de acción de la carga, la variación de colores a la derecha del eje neutro representa esfuerzos a compresión, e incrementan en la zona de empotramiento. Del mismo modo, los colores de la zona izquierda del eje neutro representan esfuerzos a tensión y van en incremento hasta la zona de empotramiento. La figura (3 b) señala la zona con la magnitud de esfuerzo mayor, y se ubica la cara interna del agujero para tornillo de la placa subsuelo. Ésto se debe a que en esta zona se encuentra el momento máximo ocasionado por la fuerza, producto de la resistencia de corte del suelo.

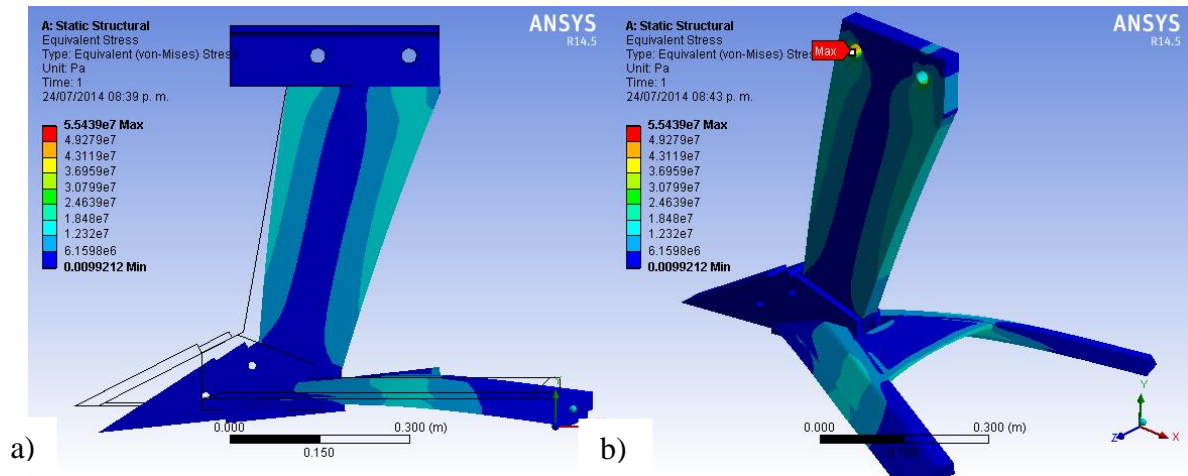


Figura 3. a) Distribución de esfuerzos von-Mises, b) Vista de zona con esfuerzo máximo.

Como se aprecia en las imágenes anteriores, la magnitud mayor de los esfuerzos es de 55.439 MPa. Considerando el esfuerzo de fluencia del material, el modelo presenta un factor de seguridad de 4.5, esto indica que existe un sobre dimensionamiento del modelo. Ya que factores altos solo se utilizan cuando la falla puede afectar la integridad humana y debe tenerse en cuenta que entre más alto sea el factor de seguridad, mayor será el costo del equipo (Ríos, 2007). Para evitar esto, se utilizan pernos fusibles en cada timón, los que fallarían en caso de una sobre carga.

Las siguientes Figuras (4 a) y (4 b) muestran las deformaciones unitarias, exageradas a propósito, del material en los ejes ortogonales X y Y, respectivamente.

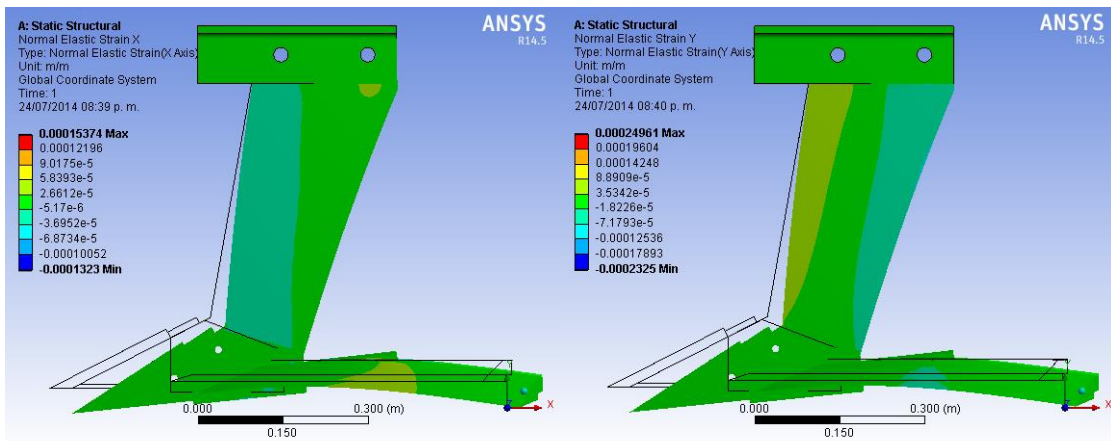


Figura 4. a) Deformación en X.

b) Deformación en Y.

Como se aprecia en la figura (4 a), la deformación en el eje X se incrementa de manera gradual al alejarse del punto de empotramiento. Se muestra que la deformación unitaria en su punto máximo alcanza los  $0.00015 \text{ mm}^{-1}$ , la cual es muy pequeña y el material solo sufre deformaciones elásticas, lo que indica que al retirar la fuerza el material regresará a su

posición inicial. La máxima deformación unitaria registrada es de  $0.00024 \text{ mm}^{-1}$  y ocurre en el eje Y. Es donde se produce la resultante de fuerza mayor, ocasionada por la resistencia de corte del suelo y se debe a la geometría de la placa subsuelo. Del mismo modo, la deformación es mínima y no alcanza el límite de fluencia del material.

### CONCLUSIONES

Se modeló un cuerpo subsolador agrícola para labranza vertical por el Método de Elemento Finito, en el que se determinaron los esfuerzos resultantes en su material de fabricación, producto de la fuerza de reacción de corte del suelo.

Con base en la magnitud del esfuerzo máximo obtenido, se determinó que el modelo tiene un factor de seguridad de 4.5. Este factor indica que el modelo se encuentra sobre dimensionado para la actividad que realiza.

Se recomienda evaluar nuevas geometrías de subsoladores agrícolas mediante análisis dinámico estructural, considerando el suelo como un volumen de control, con el fin de reducir al máximo las fuerzas de reacción del suelo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Apezteguía, H. y Sereno R., 2002, Influencia de los sistemas de labranza sobre la cantidad y calidad del carbono orgánico del suelo. Chilean Journal of Agricultural Research, Vol 62, Iss 3, Pp 418-426. Chile.
- Cadena, Z. M. y Gaytán M. T., 2004, Desempeño de Implementos de Labranza en Términos de Consumo de Energía y Calidad de Trabajo, Revista Agraria Nueva Epoca- Año I · Vol. 1· No 3 · Septiembre - Diciembre 2004. México.
- Cadena, Z. M. *et al*, 2012. Configuración de herramientas de labranza vertical para reducir demanda de energía. Terra Latinoamericana, Vol 30, Iss 3, Pp 279-288 (2012), México.
- Ríos, Q.L. C. y Roncancio, H. E., 2007, Análisis y desarrollo de un programa de selección rápida de factores de seguridad, para diseño de elementos mecánicos, Scientia Et Technica, vol. XIII, núm. 35, agosto, 2007, pp. 255-260, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Martínez, G. M. A. y Jasso, C. C., 2004, Agricultura de conservación para la producción de sorgo y maíz de temporal en la zona de San Luis Potosí. Folletotécnico No. 23. INIFAP. ISSN 1405-1915. México.
- Mounem, M. A. y Neme Anyib M., 1999, Finite element analysis of subsoiler cutting in non-homogeneous sandy loam soil, Soil & Tillage Research 51.
- Rodríguez, F. P. A. y Font, R. D., 2011, Impacto de diferentes sistemas de preparación del suelo sobre algunas propiedades físico-mecánicas edáficas y la productividad del boniato (*Ipomea batatas* Lam), Centro de Información y Gestión Tecnológica, Ciencia en su PC, núm. 4, octubre-diciembre, pp. 43-57. Cuba.
- Romantchik, K. E. *et al*, 2009, Resistencia traccional del subsolador en función del ancho de trabajo, Ingeniería Agrícola y Biosistemas 1(1): 49-53, México.

## BIOABSORCIÓN DE PLOMO, CADMIO Y ARSÉNICO EN RÁBANOS (*Raphanus sativus*) CULTIVADOS EN SUELOS CONTAMINADOS

María del Rosario Jacobo-Salcedo<sup>1</sup>, Juan Estrada Avalos<sup>1</sup>, Gerardo Delgado Ramírez<sup>1</sup>, Miguel Palomo Rodríguez<sup>2</sup>, Miguel Rivera González<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Nacional Disciplinaria Relación Agua Suelo y Planta – INIFAP, Margen Derecho Canal de Sacramento Km. 6.5, Gómez Palacio Durango, México. <sup>2</sup> Campo Experimental la Laguna –INIFAP, Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila México.

### INTRODUCCIÓN

El 97.14% del planeta tierra está conformado por agua superficial; sin embargo, el 2% está atrapado en forma de casquetes polares y el 0.59% restante es de agua subterránea (FAO, 2011). La severidad del inapropiado uso y manejo del agua es la problemática más apremiante en nuestros días.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) señala que la calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones. Esta organización considera a los metales pesados (As, Cd, Pb) como contaminantes de importancia mundial principalmente por la sintomatología que generan debido al contacto crónico. Para el 2001, esta institución informó la situación de alarma existente en Argentina, Chile, China, India, México y Estados Unidos debido al alto grado de contaminación causada por diversos metales pesados que prevalece en estos países (OMS, 2011).

México no se encuentra exento de esta problemática mundial, por el contrario cerca del 40% del territorio nacional y el 25% de la población enfrenta una seria situación causada por metales pesados. Trabajos al respecto muestran la incidencia de esta problemática en diferentes estados como Chihuahua (Gutierrez *et al.*, 2009), Jalisco (Hurtado-Jiménez and Gardea-Torresdey, 2006), Zacatecas (Ramírez-Ortiz, 2009), Michoacán (Armienta y Segovia, 2008), Hidalgo (Romero *et al.*, 2008) Durango y Coahuila (Kordas *et al.*, 2004; Rosado *et al.*, 2007).

SEMARNAT y CONAGUA informaron que el acuífero principal que abastece la Región Lagunera es uno de los 188 en México calificados en peligro debido a su sobre explotación. Esta es una zona agrícola con un clima árido donde la cantidad y calidad el agua es cada vez menor, principalmente por la profundidad del acuífero y debido a la contaminación por metales pesados (CONAGUA, 2007). Las características climatológicas definen a la Comarca Lagunera como óptima para la producción de diferentes hortalizas de consumo humano (SAGARPA, 2008).

En México se tienen diversas normativas al respecto, la NOM 127-SSA1-1994 señala como concentraciones permisibles de As 0.05 mg L<sup>-1</sup>, 0.005 mg L<sup>-1</sup> de Cd y 0.025 mg L<sup>-1</sup> de Pb en

agua de consumo humano. La AAFCO en 1996, sugiere como niveles máximos recomendados de metales pesados en alimentos los siguientes, Cd y Pb de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  considerándolos altamente tóxicos, mientras que para el As  $400 \text{ mg kg}^{-1}$  indicando a este metal como moderadamente tóxico.

Otros organismos en el 2014, han recopilado información sobre los niveles máximos permisibles en alimentos como la Unión Europea la cual señala concentraciones de  $0.10 \text{ mg kg}^{-1}$  para Pb y Cd, mientras que para As de  $1 \text{ mg kg}^{-1}$  en peso fresco. La CODEX señala concentraciones de  $0.10 \text{ mg kg}^{-1}$  para Pb y Cd. Japón considera concentraciones de  $1 \text{ mg kg}^{-1}$  de Pb,  $0.3 \text{ mg kg}^{-1}$  de Cd y  $0.2 \text{ mg kg}^{-1}$  de As. Sin embargo, en México no se cuenta con legislaciones específicas donde se regularice o se monitoree estas condiciones en productos de consumo humano, principalmente en aquellas regiones donde se han reportado problemas de metales pesados.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se realizó en los invernaderos de Olds, College en Alberta Canadá. Se establecieron 4 dosis de cada metal (As, Cd y Pb) y las posibles interacciones entre metales generando una factorial completamente al azar, generando 66 tratamientos con sus respectivos triplicados, considerando los respectivos blancos.

Las macetas experimentales se condujeron en condiciones naturales, el experimento tuvo una duración de aproximadamente 40 días a partir de la siembra por semilla, en suelos con las diferentes dosis de contaminantes dependiendo de los tratamientos. Las macetas se colocaron completamente al azar, las cuales fueron regadas con la misma cantidad de agua y se les dio el mismo tratamiento. El suelo empleado para el experimento, fue analizado previamente y los niveles contaminantes naturales fueron considerados en la expresión de los resultados. Se evaluó la nacencia a los 20 días posteriores a la siembra, a los 40 días se realizó la cosecha evaluando el nivel de absorción de los metales y las posibles interacciones o sinergias entre los diferentes tratamientos.

Preparación de muestras, el muestreo de planta se realizó tomando los frutos de cada tratamiento, los cuales fueron sometidos a un lavado pertinente empleando una solución de ácido nítrico al 2% con lo cual se evita la contaminación previa al análisis. La cuantificación de los metales se realizó usando un ICP-MS equipado con auto- muestreador, *Perkin Elmer*, en Olds College, en Olds, Alberta Canadá. El método de digestión utilizado en esta investigación se basa en las especificaciones de la NOM- 117-SSA-1- 1994, digestión por parrilla para cuantificación de metales pesados.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



La contaminación por metales pesados en seres humanos ha causado severos problemas en la salud de los mismos, principalmente por la inserción de estos en la cadena trófica, debido a que el consumo de diferentes concentraciones de metales va mermando el desarrollo de diversas funciones fisiológicas. Un ejemplo comúnmente empleado es el Saturnismo enfermedad causada por intoxicación con plomo, también el arsenicismo crónico o subagudo, mientras tanto el cadmio genera una gran cantidad de tipos de cáncer.

Cuadro 1. Porcentaje de nacencia de las diferentes dosis de contaminantes.

Tratamiento	Dosis de Contaminante	% de Nacencia	Tratamiento	Dosis de Contaminante	% de Nacencia
Tx1	As 0	100.00	Tx 34	Pb250-Cd20	100.00
Tx2	As 20	100.00	Tx 35	Pb250-Cd50	33.33
Tx3	As 50	100.00	Tx 36	Pb250-Cd100	33.33
Tx4	As 100	100.00	Tx 37	Pb500-Cd20	66.67
Tx5	Pb0	100.00	Tx 38	Pb500-Cd50	100.00
Tx6	Pb 125	100.00	Tx 39	Pb500-Cd100	66.67
Tx7	Pb 250	100.00	Tx40	As20-Pb125-Cd20	66.67
Tx8	Pb 500	66.67	Tx41	As20-Pb125-Cd50	33.33
Tx9	Cd 0	100.00	Tx42	As20-Pb125-Cd100	100.00
Tx10	Cd 20	100.00	Tx43	As20-Pb250-Cd20	66.67
Tx11	Cd 40	100.00	Tx44	As20-Pb250-Cd50	100.00
Tx12	Cd 80	66.67	Tx45	As20-Pb250-Cd100	100.00
Tx 13	As20-Pb125	100.00	Tx46	As20-Pb500-Cd20	100.00
Tx 14	As20-Pb250	100.00	Tx47	As20-Pb500-Cd50	66.67
Tx 15	As20-Pb500	100.00	Tx48	As20-Pb500-Cd100	100.00
Tx 16	As50-Pb125	100.00	Tx49	As50-Pb125-Cd20	100.00
Tx 17	As50-Pb250	100.00	Tx50	As50-Pb125-Cd50	100.00
Tx 18	As50-Pb500	66.67	Tx51	As50-Pb125-Cd100	66.67
Tx 19	As100-Pb125	100.00	Tx52	As50-Pb250-Cd20	100.00
Tx 20	As100-Pb250	100.00	Tx53	As50-Pb250-Cd50	100.00
Tx 21	As100-Pb500	100.00	Tx54	As50-Pb250-Cd100	100.00
Tx 22	As20-Cd20	100.00	Tx55	As50-Pb500-Cd20	100.00
Tx 23	As20-Cd40	100.00	Tx56	As50-Pb500-Cd50	100.00
Tx 24	As20-Cd100	100.00	Tx57	As50-Pb500-Cd100	100.00
Tx 25	As50-Cd20	100.00	Tx58	As100-Pb125-Cd20	100.00
Tx 26	As50-Cd50	66.67	Tx59	As100-Pb125-Cd50	100.00
Tx 27	As50-Cd100	100.00	Tx60	As100-Pb125-Cd100	100.00
Tx 28	As100-Cd20	66.67	Tx61	As100-Pb250-Cd20	66.67
Tx 29	As100-Cd50	100.00	Tx62	As100-Pb250-Cd50	66.67
Tx 30	As100-Cd100	100.00	Tx63	As100-Pb250-Cd100	100.00

Tx 31	Pb125-Cd20	66.67	Tx64	As100-Pb500-Cd20	100.00
Tx 32	Pb125-Cd50	100.00	Tx65	As100-Pb500-Cd50	100.00
Tx 33	Pb125-Cd100	100.00	Tx66	As100-Pb500-Cd100	100.00

El grado de toxicidad de los metales y las posibles sinergias entre ellos muestran una disminución en la capacidad de sobrevivencia de las plantas de rábano; sin embargo, las altas dosis de metales no representaron en su totalidad un problema para la germinación y desarrollo de esta especie, la cual muestra de manera general una alta resistencia a los metales pesados. Como es posible visualizar en la Figura 1 la capacidad de absorción de los metales en las plantas de rábano está dada por la disponibilidad del mismo en el suelo; sin embargo, también es posible visualizar que las plantas poseen mecanismos biológicos determinados que favorecen los procesos de exclusión o compartimentalización que disminuye su riesgo ante la toxicidad de los mismos.

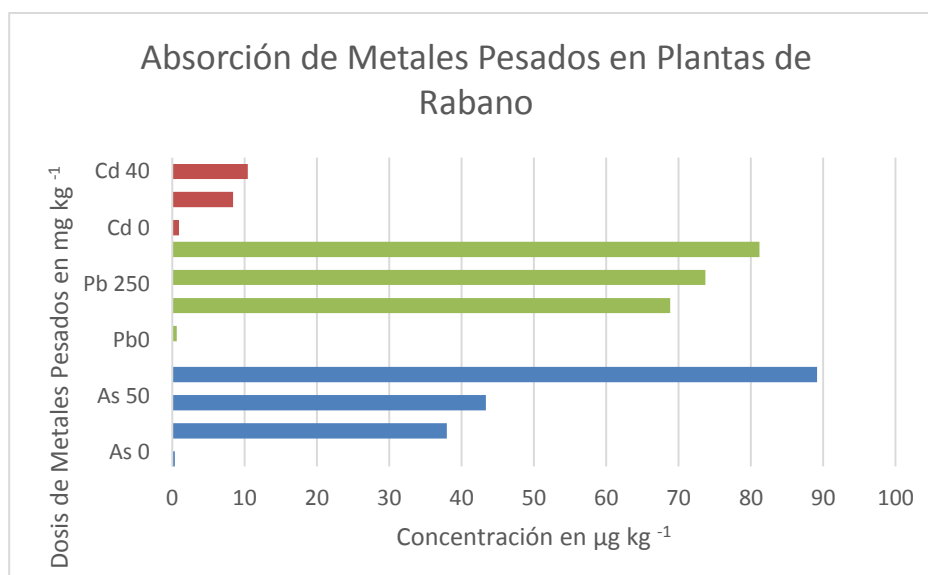


Figura 1. Respuesta de Bioabsorción de Metales Pesados en Plantas de Rábano.

Dentro de los resultados obtenidos es posible visualizar, un incremento en la absorción de metales conforme la disponibilidad de los mismos en la naturaleza; es decir, la presencia de mayor cantidad de los mismos la planta se verá sometida a un proceso de acumulación mayor, sin embargo,

Plantas como *Chlorophytum comosum* muestran una acumulación de As en raíz de  $51.9 \mu\text{g g}^{-1}$ , en hojas  $9.1 \mu\text{g g}^{-1}$  lo que muestra una acumulación y posible compartimentalización y por lo tanto una resistencia al arsénico donde en promedio la planta tolera de  $25\text{-}100 \mu\text{g g}^{-1}$ , esto fue evaluado en plantas suplementadas con este metal (Afton *et al.*, 2009). Estudios muestran que en arroz se tiene registros de su acumulación en el producto de consumo (Huq *et al.*, 2006).

Partiendo de los resultados mostrados es posible establecer que al igual que las evaluaciones realizadas el rábano por ser una raíz acumula un alto contenido de metales en diferentes proporciones.

Cuadro 2. Concentración de metales pesados en rábano (fruto), en  $\mu\text{g g}^{-1}$  de peso seco. De la misma forma la suma de los metales

Tx.	Dosis de Contaminante	As	Cd	Pb	Suma de Metales $\mu\text{g kg}^{-1}$	Tx.	Dosis de Contaminante	As	Cd	Pb	Suma de Metales $\mu\text{g kg}^{-1}$
Tx1	As 0	0.3733	0.0000	0.0000	0.3733	Tx 34	Pb250-Cd20	0.0000	7.6300	89.1167	96.7467
Tx2	As 20	37.963	0.0000	0.0000	37.9633	Tx 35	Pb250-Cd50	0.0000	7.1900	86.2933	93.4833
Tx3	As 50	43.384	0.0000	0.0000	43.3843	Tx 36	Pb250-Cd100	0.0000	15.9500	76.6700	92.6200
Tx4	As 100	89.170	0.0000	0.0000	89.1700	Tx 37	Pb500-Cd20	0.0000	9.2600	101.6767	110.9367
Tx5	Pb0	0.0000	0.0000	0.6576	0.6576	Tx 38	Pb500-Cd50	0.0000	10.1333	100.4000	110.5333
Tx6	Pb 125	0.0000	0.0000	68.856	68.8567	Tx 39	Pb500-Cd100	0.0000	14.8350	166.3000	181.1350
Tx7	Pb 250	0.0000	0.0000	73.740	73.7400	Tx40	As20-Pb125-Cd20	33.066	34.5133	97.5967	165.1767
Tx8	Pb 500	0.0000	0.0000	81.206	81.2067	Tx41	As20-Pb125-Cd50	43.176	13.2100	56.6967	113.0833
Tx9	Cd 0	0.0000	0.9300	0.0000	0.9300	Tx42	As20-Pb125-Cd100	31.240	9.2033	47.7800	88.2233
Tx10	Cd 20	0.0000	8.4433	0.0000	8.4433	Tx43	As20-Pb250-Cd20	44.237	11.5225	111.1400	166.9000
Tx11	Cd 40	0.0000	10.453	0.0000	10.4533	Tx44	As20-Pb250-Cd50	33.926	8.6767	68.1567	110.7600
Tx12	Cd 80	ND	ND	ND	ND	Tx45	As20-Pb250-Cd100	28.460	8.9700	60.1300	97.5600
Tx 13	As20-Pb125	30.180	0.0000	65.136	95.3167	Tx46	As20-Pb500-Cd20	33.426	8.6633	93.0400	135.1300
Tx 14	As20-Pb250	24.390	0.0000	100.09	124.4833	Tx47	As20-Pb500-Cd50	28.043	7.5200	96.7533	132.3167
Tx 15	As20-Pb500	38.303	0.0000	134.90	173.2033	Tx48	As20-Pb500-Cd100	26.642	28.1575	88.9725	143.7725
Tx 16	As50-Pb125	27.025	0.0000	47.985	75.0100	Tx49	As50-Pb125-Cd20	32.040	27.7500	72.6000	132.3900
Tx 17	As50-Pb250	27.430	0.0000	69.020	96.4500	Tx50	As50-Pb125-Cd50	41.000	11.4633	98.0700	150.5333
Tx 18	As50-Pb500	31.395	0.0000	153.76	185.1600	Tx51	As50-Pb125-Cd100	36.290	12.3800	47.0100	95.6800
Tx 19	As100-Pb125	39.280	0.0000	64.160	103.4400	Tx52	As50-Pb250-Cd20	41.310	7.3800	62.6150	111.3050
Tx 20	As100-Pb250	39.677	0.0000	75.080	114.7570	Tx53	As50-Pb250-Cd50	33.140	8.8867	54.0767	96.1033
Tx 21	As100-Pb500	42.223	0.0000	100.23	142.4567	Tx54	As50-Pb250-Cd100	33.472	10.4125	62.6125	106.4975
Tx 22	As20-Cd20	23.275	9.0000	0.0000	32.2750	Tx55	As50-Pb500-Cd20	39.510	6.2750	103.4700	149.2550
Tx 23	As20-Cd40	25.363	11.446	0.0000	36.8100	Tx56	As50-Pb500-Cd50	37.836	7.7900	100.3367	145.9633
Tx 24	As20-Cd100	25.736	14.186	0.0000	39.9233	Tx57	As50-Pb500-Cd100	28.010	9.8700	107.8250	145.7050
Tx 25	As50-Cd20	33.956	9.3167	0.0000	43.2733	Tx58	As100-Pb125-Cd20	43.383	34.0900	63.8467	141.3200
Tx 26	As50-Cd50	39.053	16.593	0.0000	55.6467	Tx59	As100-Pb125-Cd50	ND	ND	ND	ND
Tx 27	As50-Cd100	32.000	12.130	0.0000	44.1300	Tx60	As100-Pb125-Cd100	65.415	11.3775	106.6050	183.3975

Tx 28	As100-Cd20	25.530	7.7533	0.0000	33.2833	Tx61	As100-Pb250-Cd20	35.913	7.3300	88.6100	131.8533
Tx 29	As100-Cd50	24.435	11.645	0.0000	36.0800	Tx62	As100-Pb250-Cd50	46.006	8.5667	67.8200	122.3933
Tx 30	As100-Cd100	35.715	14.340	0.0000	50.0550	Tx63	As100-Pb250-Cd100	41.930	9.4200	90.5450	141.8950
Tx 31	Pb125-Cd20	0.0000	7.5000	56.546	64.0467	Tx64	As100-Pb500-Cd20	62.146	8.9567	129.5000	200.6033
Tx 32	Pb125-Cd50	0.0000	9.6200	68.630	78.2500	Tx65	As100-Pb500-Cd50	44.476	8.6433	104.7167	157.8367
Tx 33	Pb125-Cd100	0.0000	12.180	40.045	52.2250	Tx66	As100-Pb500-Cd100	39.420	10.9400	97.8733	148.2333

## CONCLUSIONES

Los mecanismos biológicos que las plantas generas a través de la activación enzimática, o los procesos de óxido- reducción han permitido limitar la capacidad de absorber metales pesados que de llegar a una concentración critica, disminuyen la productividad del cultivo. Al observar la respuesta de las plantas a las diferentes interacciones entre metales es posible determinar que las más complejas para las plantas son aquellas entre cadmio y plomo; sin embargo, esta asociación disminuye la severidad de la problemática conforme la respuesta de las plantas se intensifica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Afton S. E., Brittany Carton y Joseph A. Caruso. (2009) Elucidating the selenium and arsenic metabolic pathways following exposure to the non-hyperaccumulating Chlorophytum comosum, spider plant. *Journal Experimental Botany*, Vol. 60, No. 4 pp. 1289-1297.
- CONAGUA. (2007) Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del Agua en México 2007. . ED Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México. <http://www.cna.gob.mx/>.
- Gutierrez M., Alarcón-Herrera M.T., Camacho L.M. (2009) Geographical distribution of arsenic in sediments within the Rio Conchos Basin, Mexico. *Environmental geology* 57:929-935.
- Huq S.M, J.C. Joardar, S. Parvin, Ray Correll y Ravi Naidu. (2006) Arsenic COntamination in food-chain: Transfer of arsenic into Food Materias through Groundwater Irrigation. *J. Healthy Popul Nutr.* 24(3): 305-316.
- Hurtado-Jiménez R., Gardea-Torresdey J.L. (2006) Arsenic in drinking water in the Los Altos de Jalisco region of Mexico. *Revista Panamericana de Salud Pública* 20:236-247.
- Kordas K., Lopez P., Rosado J.L., García Vargas G., Alatorre Rico J., Ronquillo D., Cebrián M.E., Stoltzfus R.J. (2004) Blood lead, anemia, and short stature are independently associated with cognitive performance in Mexican school children. *The Journal of nutrition* 134:363.
- N.O.M. (1994) NOM-127-SSA1-1994 - Norma Oficial Mexicana Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano.
- N.O.M. (1996) Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996. México, Distrito Federal 11.
- OMS. (2011) Organización Mundial de la Salud. Revisado (03-10-2011).
- Ramírez-Ortiz J., Nuñez Monreal, J. (2009) Study of Soil Contaminated with Arsenic, Cadmium and Lead in Ancient Tailings in Zacatecas, México. *International Journal of Chemical and Biological Engineering* 2:3.
- Romero F.M., Armienta M.A., Gutiérrez M.E., Villaseñor G. (2008) Factores geológicos y climáticos que determinan la peligrosidad y el impacto ambiental de jales mineros. *Revista internacional de contaminación ambiental* 24:43-54.
- Rosado J.L., Ronquillo D., Kordas K., Rojas O., Alatorre J., Lopez P., Garcia-Vargas G., del Carmen Caamaño M., Cebrián M.E., Stoltzfus R.J. (2007) Arsenic exposure and cognitive performance in Mexican schoolchildren. *Environmental Health Perspectives* 115:1371.

- Rosas I., Belmont R., Armienta A., Baez A. (1999) Arsenic concentrations in water, soil, milk and forage in Comarca Lagunera, Mexico. *Water, Air, & Soil Pollution* 112:133-149.
- SAGARPA. (2008) Servicio de Información Y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola México, D.F.

## PRESENCIA DE FITOPLASMAS EN MALEZA DE AGUASCALIENTES Y ZACATECAS

Gabriela Aguirre-Márquez, Luis Roberto Reveles-Torres, Rodolfo Velásquez-Valle y Mario Domingo Amador-Ramírez

Campo Experimental Zacatecas – INIFAP, Km. 24.5 Carr. Zacatecas – Fresnillo, Calera de V. R., Zacatecas, México. E-mail: [velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx](mailto:velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Amador (2006), las malas hierbas son plantas con alta capacidad para extraer agua del suelo, lo cual señala a este grupo de plantas como un factor de alto grado de competencia para los cultivos que además competirán por luz, nutrientes y espacio. Sin embargo, la población de malas hierbas también representa un riesgo debido a su capacidad de albergar patógenos como virus y fitoplasmas además de sus vectores.

Los fitoplasmas son bacterias que carecen de pared celular, pertenecen a la clase Mollicutes y que viven en los elementos del floema en las plantas infectadas (Meynet *et al.*, 2004). A nivel mundial existen reportes de maleza infectada por diferentes fitoplasmas; en Argentina, Meneguzzi *et al.* (2008) informan que las malas hierbas *Artemisia annua* L. y *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist que mostraban síntomas como escoba de bruja se encontraban infectadas por fitoplasmas del grupo 16SrVII-B. En la República Checa se ha reportado la presencia de plantas de *Chenopodium album* L. infectadas con fitoplasmas pertenecientes a los grupos 16SrIII aunque también se había encontrado al grupo 16SrXII (Safarova *et al.*, 2011); en Italia, Marcone *et al.* (1997) consignaron la presencia de fitoplasmas pertenecientes al grupo de la hoja blanca de la caña de azúcar en malas hierbas como *Crepis setosa* Hall., *Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult, *Convolvulus arvensis* L., *Picris echioides* L., *Echium vulgare* L. y *Calendula officinalis* L. En Zacatecas, Mercado-Arteaga *et al.* (2013) señalaron la presencia de fitoplasmas en plantas de *Chenopodium* spp. Las condiciones climatológicas en el área de Aguascalientes y Zacatecas permiten el desarrollo de poblaciones de malas hierbas aún en condiciones invernales que pueden actuar como reservorios de patógenos como los fitoplasmas que más tarde podrían pasar a los vectores que a su vez infectarían cultivos de importancia económica como el chile para secado durante el verano por lo que el propósito del presente trabajo consistió en determinar la presencia de fitoplasmas en diferentes especies de maleza presente durante las épocas de invierno y primavera en los estados de Aguascalientes y Zacatecas, México.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Entre noviembre de 2013 y mayo de 2014 se realizaron recorridos en el área agrícola de los estados de Aguascalientes y Zacatecas para localizar manchones de maleza que presentaran plantas vivas. En cada uno de esos manchones se seleccionaban al azar cinco individuos de cada especie presente. En algunos casos el muestreo se dirigía hacia individuos que mostraban alguna sintomatología asociada con infección por fitoplasmas como escoba de bruja, anomalías en la floración, deformaciones o decoloraciones foliares, etc. las plantas se trasladaban al laboratorio de Biología Molecular del Campo Experimental Zacatecas (INIFAP) para su registro; posteriormente se procedía a obtener una muestra de diferentes órganos de cada planta (principalmente hojas, tallo y raíz) para la extracción de DNA según el protocolo propuesto por Dellaporta *et al.* (1983).

El diagnóstico de la presencia de fitoplasmas se realizó mediante PCR anidada. Se utilizaron los pares de primers universales P1/Tint (Smart *et al.*, 1996) para amplificación directa y R16F2n/R16R2 (Gundersen y Lee, 1996) para la anidación.

La mezcla de reacción fue la siguiente: 2.5  $\mu$ L PCR buffer (10 $\times$ ), 1.5  $\mu$ L MgCl<sub>2</sub> (50mM), 2.5  $\mu$ L dNTPs (20 mM), 0.5  $\mu$ L de cada "primer" (20 pM), 0.15  $\mu$ L Taq polimerasa (5 U por  $\mu$ L), 2.5  $\mu$ L de muestra de DNA (50 ng por  $\mu$ L) y H<sub>2</sub>O miliQ a 25  $\mu$ L. En cuanto a la mezcla de reacción para la PCR anidada se utilizó 1  $\mu$ L de cada PCR directa y a un volumen final de 25  $\mu$ L. Las reacciones de PCR se realizaron en un termociclador (Applied Biosystems) con 35 ciclos de desnaturalización a 94 °C por 1 min (95 °C, 3 min para el primer ciclo), alineación a 56 °C por 1 min y extensión a 72 °C por 2 min (5 min para el ciclo final). Los productos de PCR obtenidos fueron reamplificados con 35 ciclos de desnaturalización a 94 °C por 1 min (3 min para el primer ciclo), alineación a 55 °C por 2 min y extensión a 72 °C por 2 min, y una extensión final a 72 °C por 5 min. Los productos de PCR fueron fraccionados sobre geles de agarosa 1% a 91 voltios por 45 minutos, teñidos con bromuro de etidio (0.7  $\mu$ g por ml) y visualizados bajo luz ultravioleta. Agua estéril fue utilizada como control negativo.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se tomaron muestras de maleza en 12 sitios de los cuales tres correspondieron al estado de Aguascalientes y los restantes nueve al de Zacatecas; los muestreos se realizaron durante la temporada invernal y a principios de primavera a fin de obtener información sobre el papel potencial de la maleza como reservorio de fitoplasmas. El sitio de muestreo localizado dentro del Campo Experimental Zacatecas se muestreo en dos ocasiones: en noviembre de 2013 y mediados de enero de 2014.

En total se tomaron muestras de 24 especies de maleza en ambos Estados; las más frecuentes resultaron la mostacilla (*Sysimbrium irio*), malva (*Malva parviflora*) y gualda (*Reseda luteola*); por el contrario, 13 especies de maleza se encontraron en solamente un sitio de muestreo. Las plantas colectadas pertenecían a 12 familias botánicas; cuatro de ellas resultaron positivas a la presencia de fitoplasmas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Presencia de fitoplasmas en diferentes familias botánicas y número de especies totales y positivas a fitoplasmas.

Familia	Especies totales colectadas	Especies positivas a fitoplasmas	%
Resedaceae	1	1	100
Amaranthaceae	3	1	33
Chenopodiaceae	3	1	33
Malvaceae	1	0	0
Brassicaceae	6	2	33
Papaveraceae	1	0	0
Geraniaceae	1	0	0
Asteraceae	3	0	0
Solanaceae	1	0	0
Polygonaceae	1	0	0
Boraginaceae	1	0	0
Portulacaceae	1	0	0

En la mayoría de los casos las plantas colectadas no mostraban síntomas potenciales de la infección por fitoplasmas, sin embargo, se detectaron fitoplasmas en siete de los 12 sitios muestreados; de ellos cinco se localizaron en los municipios de Morelos y Enrique Estrada en Zacatecas y dos en los municipios de Rincón de Romos y San Francisco del Rincón en Aguascalientes. En estos sitios de muestreo generalmente se encontraron entre una y tres especies positivas a la infección por fitoplasmas (Cuadro 2).

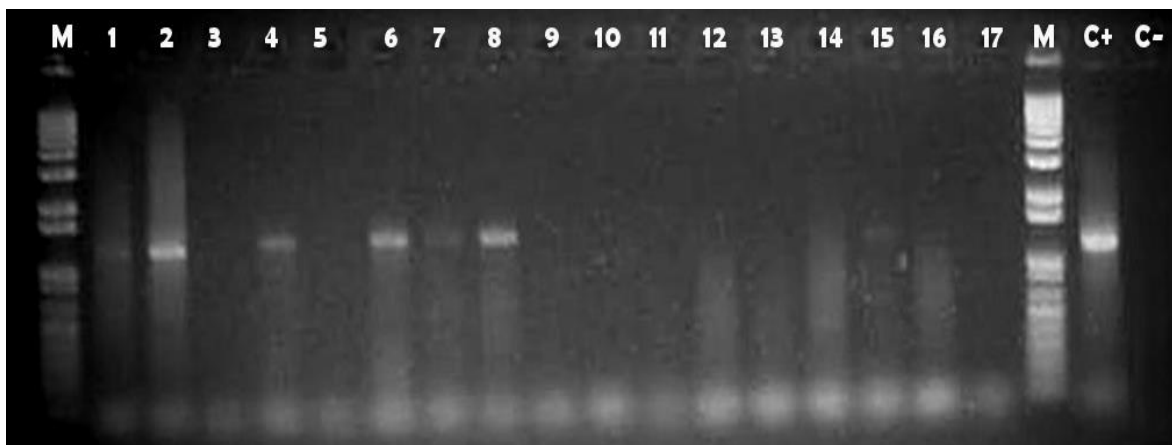
Cuadro 2. Especies de maleza muestreada en Aguascalientes y Zacatecas y reacción a la presencia de fitoplasmas

Nombre común	Nombre científico	Familia	Presencia de fitoplasmas
Gualda	<i>Reseda luteola</i> (L.)	Resedaceae	Positiva
Quelite	<i>Amaranthus palmeri</i> S. Wats	Amaranthaceae	Positiva



Quelite cenizo	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	Chenopodiaceae	Negativa
Malva o quesoillo	<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae	Negativa
Mostacilla	<i>Sisymbrium irio</i> L.	Brassicaceae	Positiva
Nabo de campo	<i>Brassicacampestris</i> L.	Brassicaceae	Positiva
Rucola	<i>Eruca sativa</i> Mill.	Brassicaceae	Positiva
Chicalote amarillo	<i>Argemone mexicana</i> L.	Papaveraceae	Negativa
Alfilerillo	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) 'Her. Ex Ait.	Geraniaceae	Negativa
Lechuguilla	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	Asteraceae	Negativa
Trompillo	<i>Solanum eleagnifolium</i> Cav.	Solanaceae	Negativa
Lengua de vaca	<i>Rumex crispus</i> L.	Polygonaceae	Negativa
Nabo de campo	<i>Brassica rapa</i> L.	Brassicaceae	Negativa
Bolsa de pastor	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	Brassicaceae	Negativa
Quelite	<i>Amaranthus hybridus</i> L. Quintonil	Amaranthaceae	Negativa
Ahuacalillo	<i>Simsia ampleuxicalis</i> (Cav.) Pers.	Asteraceae	Negativa
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Chenopodiaceae	Negativa
Rabanillo	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Brassicaceae	Negativa
Rodadora	<i>Salsola tragus</i> L.	Chenopodiaceae	Negativa
Borraja	<i>Borago officinalis</i> L.	Boraginaceae	Negativa
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	Negativa
Aceitilla	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Asteraceae	Negativa
Quelite	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	Positiva
Quelite	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	Negativa

En general se detectaron fitoplasmas en todos los órganos analizados (raíz, tallo y hojas), sin embargo, el órgano vegetal donde se realizó la detección de esos patógenos con mayor frecuencia, independientemente de la especie, resultaron las hojas (75% de las muestras positivas) seguida por el tallo (33%) mientras que en la raíz solamente en un caso se detectaron fitoplasmas. Los resultados de los bandeos positivos en extractos de hojas se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Electroforesis en gel de agarosa de los productos amplificados por PCR-anidada de extractos de hojas de 17 especies de malezas. Resultados positivos con la amplificación de una banda de 1600 pb en las líneas 1 (*Reseda luteola* L.), 2 (*Amaranthus palmeri* S. Wats), 4 (*Sisymbrium irio* L.), 6 (*Brassicacampestris* L.), 7 (*Eruca sativa* Mill.) y 8 (*Chenopodium album* L.). Resultados negativos en las líneas 3 (*Chenopodium berlandieri* Moq.), 5 (*Malva parviflora* L.), 9 (*Argemone mexicana* L.), 10 (*Erodium cicutarium* L.), 11 (*Sonchus asper* L.), 12 (*Solanum eleagnifolium* Cav), 13 (*Rumex crispus* L.), 14 (*Brassica rapa* L.), 15 (*Capsella bursa-pastoris* L.), 16 (*Amaranthus hybridus* L.) y 17 (*Bidens odorata* Cav). M (1 kb marcador molecular Invitrogen). C+ (control positivo), C - (control negativo).

En cinco de los siete sitios de colecta que presentaron plantas positivas a fitoplasmas se encontraban poblaciones positivas de *R. luteola*, lo cual podría enfatizar la importancia de esta especie como reservorio de esos patógenos. Es necesario considerar que debe completarse la identificación del o los fitoplasmas detectados para confirmar si coinciden con los detectados en hortalizas económicamente importantes en la región como el chile para secado.

### CONCLUSIONES

Una parte de la maleza invernal y de principio de primavera en los estados de Aguascalientes y Zacatecas se encuentra infectada con fitoplasmas.

El órgano donde se detectó con mayor consistencia la presencia de fitoplasmas fueron las hojas aunque también es posible hacerlo en tallos y raíces.

### BIBLIOGRAFÍA

- Amador, R. M. D. 2006. Manejo de Maleza pp. 159 – 176. In: Tecnología de producción de chile seco. Libro Técnico N° 5. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. 224 p.
- Dellaporta, S. L., Wood, J., and Hicks, J. B. 1983. A plant DNA miniprep: version II. Plant Molecular Biology Reporter 1:19-21.
- Gundersen, D., Lee, I., 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. Phytopathologia mediterranea 35, 144-151.
- Marcone C., Ragozzino, A., and Seemüller, E. 1997. Detection and identification of phytoplasmas in yellows-diseased weeds in Italy. Plant Pathology 46:530-537.
- Meneguzzi, N. G., Torres, L. E., Galdeano, E., Guzmán, F. A., Nome, S. F., and Conci, L. R. 2008. Molecular characterization of a phytoplasma of the ash yellows group (16Sr VII-B) occurring in *Artemisia annua* and *Conyzabonariensis* weeds. Agriscientia XXV:7-15.
- Mercado-Arteaga, N. V., Velásquez-Valle, R. y Reveles-Torres, L. R. 2013. Presencia de fitoplasmas en adultos de *Aceratagallia* spp. y plantas de *Chenopodium* spp. en Zacatecas y Chihuahua, México. Agrofaz 13:125-128.
- Meyn, N. C., Nicolaisen, M., Hansen, M., and Schulz, A. 2004. Distribution of phytoplasmas in infected plants as revealed by real-time PCR and bioimaging. MPMI 17:1175-1184.
- Smart, C.D., Schneider, B., Blomquist, C.L., Guerra, L.J., Harrison, N.A., Ahrens, U., Lorenz, K.H., Seemüller, E., Kirkpatrick, B. C., 1996. Phytoplasma-Specific PCR Primers Based on Sequences of the 16S-23S rRNA Spacer Region. Applied and environmental microbiology 62, 2988–2993.

---

---

## CALIDAD SANITARIA DE ESTIÉRCOLES, COMPOSTAS Y BIOSÓLIDOS GENERADOS POR GANADO BOVINO EN LA COMARCA LAGUNERA

Maritza Argelia Macías Corral <sup>1</sup>, Tomás Rivas García <sup>2</sup>,  
Jesús Arcadio Muñoz Villalobos <sup>1</sup>, Luis Jesús Barrera Flores <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA). Km. 6.5 margen derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango, C.P. 35140. <sup>2</sup> Estudiante de Posgrado Facultad de Agronomía y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Km. 32 Carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Ejido Venecia, Durango, C.P. 35000. <sup>3</sup> Académico-Investigador FAZ-UJED. Correspondencia: [macias.maritza@inifap.gob.mx](mailto:macias.maritza@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

Las unidades de explotación ganadera intensivas y confinadas producen una gran cantidad de desechos orgánicos, principalmente estiércol animal. Estos residuos son una valiosa fuente de nutrientes para las plantas, contribuyendo además a la mejora en la calidad de los suelos y a la fertilidad. Sin embargo, su aplicación sin control de la seguridad sanitaria es una potencial ruta de contaminación a través de la cual los patógenos pueden entrar a la cadena alimenticia humana (Nicholson *et al.*, 2005). Los patógenos pueden transmitirse de animales a humanos cuando el estiércol es utilizado en productos alimenticios que se consumen crudos, o bien, por el arrastre de los mismos al ser aplicados en tierras de cultivo y posteriormente arrastrados a aguas superficiales o por percolación a aguas subterráneas (Gerba y Smith, 2005).

Los microorganismos que pueden estar presentes en los estiércoles incluyen bacterias, virus, parásitos (helminetos), hongos y protozoos, mismos que pueden causar enfermedades a los humanos (Venglosky *et al.*, 2006). Sin embargo, la mayoría de los microorganismos patógenos presentes en excretas animales se consideran de poco riesgo para la salud humana, siendo las principales excepciones el caso de las salmonellas y la *E. coli* entero-hemorrágica (Hinton, 2000). Los helminetos son microorganismos de interés sanitario debido a que son altamente resistentes a condiciones ambientales. En países europeos, para definir la calidad sanitaria o microbiológica de las compostas se utilizan microorganismos indicadores, tales como coliformes (totales y fecales), *E. coli*, enterococos, *Clostridium* y enterobacterias (Fernández *et al.*, 2004) siendo los coliformes fecales el indicador más comúnmente empleado (Jamieson *et al.*, 2002).

La Tabla 1 muestra las normas y recomendaciones sanitarias a nivel mundial y en México aplicables a la regulación de compostas y biosólidos.

Tabla 1. Normas y recomendaciones sanitarias a nivel mundial y en México aplicables a la regulación de compostas y biosólidos\*

Procedencia de la Norma o Recomendación Sanitaria	Límites Recomendados		
	<i>Salmonella</i> spp	Coliformes fecales	Huevos de helmintos
Lodos y biosólidos en EUA (US EPA-503)	<3 NMP/g ST	<1000 NMP/g ST	<1/4 g ST
Etiqueta ecología de enmiendas en Unión Europea (2006/799/CE)	Ausente en 25 g	<1000 NMP/g ST (E. coli)	Ausente en 1.5 g
Vermicomposta en México (NMX-FF-109-SCFI-2007)	3 NMP/4 g ST	≤ 1000 NMP por g en base seca (E. coli)	1/4 g ST
Lodos y biosólidos en México (NOM-004-SEMARNAT-2002)	<3 NMP/g ST	<1000 NMP/g ST	<1/g ST
Compostas en Estado de México (NTEA-006-SMA-RS-2006)	<3 NMP/g ST	<1000 NMP/g ST	<10/g ST
Proyecto norma composta para el Distrito Federal (PROY-NADF-020-AMB T-2011)	<3 NMP/4 g ST	<1000 NMP/g ST	1/4 g ST

\* Valores para obtener productos con el mayor estándar de calidad establecido en cada una de las Normas.

ST = Sólidos totales

Algunos investigadores han reportado que las diferencias en los regímenes alimenticios del ganado puede afectar no solamente la composición del estiércol, sino también la capacidad de sobrevivencia de los patógenos (Franz *et al.*, 2005; Hutchison *et al.*, 2005). El objetivo de este trabajo es presentar los resultados del análisis microbiológico de estiércoles procedentes de diferentes unidades de producción y raciones alimenticias, así como de estiércoles tratados mediante composteo y digestión anaeróbica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Comarca Lagunera, zona geográfica del norte de México conformada principalmente por los municipios de Gómez Palacio y Lerdo, Durango y Torreón, Coahuila. Tomando como referencia los datos de la estación agro-climatológica "El Porvenir" ubicada en el municipio de Francisco I. Madero, durante las fechas en que se realizaron los muestreos se registró una temperatura media de 25.3 °C y una temperatura máxima de 35.9 °C para los meses de Abril, Mayo y Junio de 2014. El diseño experimental fue aleatorio y completamente al azar con 28 muestras obtenidas de 15 ranchos de producción ganadera, recolectándose estiércol bovino, compostas y biosólidos de digestores anaeróbicos. Las muestras se tomaron siguiendo las recomendaciones del manual *Recommended Methods of Manure Analysis* (2003) y de la Norma Oficial Mexicana *NOM-004-SEMARNAT-2002*. Posteriormente, se almacenaron en bolsas de plástico y se transportaron en hielera para finalmente ser refrigeradas en el

laboratorio a 4°C hasta su análisis. Se procesaron en un tiempo máximo de cuatro días y se determinó su carga microbiológica para coliformes fecales y *Salmonella spp.* por el método del número más probable y huevos de helminto viables por conteo total. Durante el muestreo, se aplicó una encuesta con información general y descriptiva del rancho, así como información sobre el manejo de desechos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en la Tabla 2, agrupándose las muestras por estadio fisiológico, tipo de ración y tipo de tratamiento pre-desecho. Se reportan los valores obtenidos para tres parámetros establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002. El grupo que presentó menor carga de microorganismos patógenos es el de estiércol tratado, pero en la mayoría de los casos se encontró que los valores para coliformes fecales y huevos de helmintos se exceden los límites recomendados según los criterios mostrados en la Tabla 1, por lo tanto, en el caso de las compostas éstas no cumplen con los criterios sanitarios recomendados.

De los tres patógenos analizados, los coliformes fecales y los huevos de helmintos estuvieron presentes en todas las muestras, independientemente del tipo de estiércol, estatus fisiológico del ganado o tratamiento aplicado a los desechos, a diferencia de *Salmonella spp.* que dio resultados negativos en el 44% de las muestras de estiércol tratado que se analizaron. El contenido de huevos de helminto fue variable en todos los casos.

Según los resultados obtenidos de este estudio preliminar, se comprueba la presencia de patógenos en productos de desecho de origen bovino y se muestra la imperante necesidad de dar un tratamiento adecuado al estiércol. De acuerdo con la información obtenida a través de las encuestas aplicadas, el estiércol se utiliza como abono orgánico en los cultivos de forrajes sin ningún tratamiento previo, originándose un posible riesgo de transmisión de los patógenos a los cultivos donde se aplica.

Las muestras de estiércol de corral presentan concentraciones de patógenos fluctuantes, pero en la mayoría son muy altas en coliformes fecales. En algunos casos, se observan valores bajos para *Salmonella spp.* y coliformes, como es el caso de la muestra 24, y esto se atribuye al tiempo de exposición ambiental y a las condiciones a la intemperie. Según las encuestas, los periodos de recolección del estiércol acumulado en los corrales son de entre 6 y 12 meses, tiempo suficiente para lograr una disminución del sustrato y nutrientes necesarios para los microorganismos de origen fecal, así como para verse afectados por las temperaturas ambientales. Estas condiciones pudieran ocasionar un estrés en las bacterias que genera cepas viables pero no cultivables, como lo corroboran Polifroni *et al.* (2009) en un estudio en cepas de

*E. coli* en el ambiente. No se encontró una diferencia patogénica entre las muestras con diferentes tipos de ración, ni entre este grupo de muestras y el de animales en producción.

Tabla 2. Resultados de pruebas microbiológicas cuantitativas

No. Muestra	<i>Salmonella</i> spp (NMP/4 g ST)	Coliformes fecales (NMP/4 g ST)	Huevos de helmintos (2 g ST)
<b>Estiércol de Animales en Producción</b>			
1	> 11,000	11,000	>25
2	> 11,000	> 11,000	>25
9	>11,000	>11,000	5
15	Negativo	>11,000	>25
16	430	>11,000	12
17	230	>11,000	8
21	2,400	>11,000	15
22	>11,000	>11,000	>25
23	>11,000	>11,000	7
24	<3	460	14
25	>1,100	>11,000	5
26	>11,000	>11,000	6
27	23	>1,100	6
28	>11,00	>11,000	8
<b>Estiércol de Animales del Mismo Rancho, Diferente Estado Fisiológico y Ración</b>			
7	>11,000	>11,000	8
8	>11,000	>11,000	14
9	>11,000	>11,000	5
10	>11,000	>11,000	8
12	>11,000	>11,000	12
<b>Estiércol Tratado (Composteo o Digestión Anaeróbica)</b>			
3	Negativo	1100	4
4	Negativo	2100	>25
5	Negativo	75	7
11	>11,000	>11,000	2
13	>11,000	>11,000	1
14	>11,000	>11,000	5
18	>11,000	4,600	17
19	Negativo	>11,000	6
20	>11,000	>11,000	21

En cuanto al estiércol tratado, Gomez-D'Angelo *et al.* (2004) mencionan que es muy importante controlar el proceso de composteo para lograr la eliminación de patógenos. Sin embargo, las muestras de composta analizadas se encuentran fuera de los límites permisibles en las normas a nivel mundial (Tabla 1) para una composta de primera calidad. Aunado al proceso inadecuado, existe la posibilidad de tener una contaminación cruzada en la utilización de materiales y utensilios necesarios para el composteo y manejo del estiércol.

### **CONCLUSIONES**

Se confirma la presencia de patógenos en los estiércoles generados por el ganado bovino, misma que prevalece incluso en estiércoles tratados mediante composteo y digestión anaeróbica. Se recomienda a futuro un análisis más detallado de los tipos de raciones y la carga patogénica presente con más muestras para cada tratamiento. La aplicación a los cultivos de estiércoles crudos, pudiera representar un riesgo sanitario debido a los altos contenidos de patógenos. La siguiente etapa de este estudio consistirá en la implementación de un sistema de composteo tradicional (aeróbico) bajo condiciones controladas y el monitoreo de la calidad sanitaria y nutrimental del mismo a fin de identificar aquéllas que resulten en un producto que cumpla con las normas sanitarias recomendadas.

### **AGRADECIMIENTOS**

Este estudio 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**

- Fernández, R.M., Gómez, J.M., & Estrada, I.B. (2004). Compost Legislation: Sanitization Vs. Biological Quality, 1–16.
- Franz, E., Diepeningen, A.D. Van, Vos, O.J. De, & Bruggen, A.H.C. Van. (2005). Effects of Cattle Feeding Regimen and Soil Management Type on the Fate of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium in Manure, Manure-Amended Soil, and Lettuce. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(10), 6165-6174.
- Gerba, C.P., & Smith, J.E. (2005). Sources of pathogenic microorganisms and their fate during land application of wastes. *Journal of Environmental Quality*, 34(1), 42–8.
- Gomez-D'Angelo, Y.T., Gonzalez-Gonzalez, M.I., Chiroles-Rubalcaba, S. (2004). Microorganismos presentes en el compost. Importancia de su control sanitario. *Revista electrónica de la agencia del medio ambiente*, 4 (7); ISSN:1683-8904.
- Hinton, M. (2000). Infections and intoxications associated with animal feed and forage which may present a hazard to human health. *The Veterinary Journal*, 159, 124–38.
- Hutchison, M., Walters, L., Avery, S., Munro, F., & Moore, A. (2005). Analyses of Livestock Production, Waste Storage, and Pathogen Levels and Prevalences in Farm Manures. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(3), 1231–1236.

- Jamieson, R., Gordon, R., Sharples, K., Stratton, G., & Madani, A. (2002). Movement and persistence of fecal bacteria in agricultural soils and subsurface drainage water: A review. *Canadian Biosystems Engineering*, 44, 1.1–1.9.
- Nicholson, F.A, Groves, S.J., and Chambers, B.J. (2005). Pathogen survival during livestock manure storage and following land application. *Bioresource Technology*, 96(2), 135-143.
- Peters, J. (ed.). 2003. Recommended methods of manure analysis. University of Wisconsin-Extension publication A3769. Madison, Wis. Disponible en <http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/A3769.PDF>
- Polifroni, R., Etcheverría, A.I., Padola, N.L., Parma, A.E. (2009). Escherichia coli verocitotoxigénico (VTEC). Características de virulencia y persistencia en el medio ambiente. *In Vet.* 11(1): 65-70. ISSN (on line) 1668-3498.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Norma Oficial Mexicana (2002). **NOM-004-SEMARNAT-2002**, Protección Ambiental, Lodos y Biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.
- Venglovsky, J., Martinez, J., & Placha, I. (2006). Hygienic and ecological risks connected with utilization of animal manures and biosolids in agriculture. *Livestock Science*, 102(3), 197–203.



## DIAGNÓSTICO DE CAPITALES COMUNITARIOS PARA EL IMPULSO DE MEDIOS DE VIDA SUSTENTABLES EN EL EJIDO VILLAHERMOSA, NUEVO IDEAL, DURANGO.

Nancy Lissete Morales Díaz<sup>1</sup>, Eduardo Sánchez Ortiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alumna de la Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental, <sup>2</sup> Profesor Investigador Instituto Politécnico Nacional, Unidad Ciidir Durango Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II, Durango, C.P. 34200., México.

[ambiental\\_nancymd@hotmail.com](mailto:ambiental_nancymd@hotmail.com), [esanchez@ipn.mx](mailto:esanchez@ipn.mx)

### INTRODUCCIÓN

Después de la propuesta de “Nuestro Futuro en Común” en 1987, para reducir la pobreza e impulsar el desarrollo sustentable, se han realizado diversos estudios con un enfoque de Medios de Vida Sustentables, que se definen como actividades, recursos y capacidades que se requieren para vivir hoy y las futuras generaciones, y basados en capitales comunitarios que los sostienen. (DFID,1999) De tal manera que el marco de los capitales comunitarios es más que una herramienta de análisis, puede ser un enfoque que ayuda a identificar cada uno de los aspectos en un proyecto. (Flora *et al.*, 2004). Entendidos, los capitales como los recursos humanos y/o materiales que pueden ser invertidos para crear otros nuevos a través del tiempo (Flora, 2007) y que interactúan en la comunidad e impulsan sus medios de vida.

**Objetivo:** Identificar los factores que inciden en los capitales comunitarios para impulsar los medios de vida del ejido Villahermosa hacia la sustentabilidad.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: Ejido Villa Hermosa, se localiza al norte de la capital del estado de Durango, y al poniente de la cabecera municipal de Nuevo Ideal, y cuenta con una superficie total 5,394.1 hectáreas. El clima es templado, con una temperatura promedio de 25°C y precipitación de 500 mm al año.(GTC y Topia, 2009)

Hidrología: Río Guatimapé, arroyos Guanajuato, De la Magdalena, San Miguel, Tinajuelas, Del agua, El Gato y La Tableta. Además de los manantiales de los Cardos, La Cieneguita, La Tableta y el Del Agua. Orografía: Se encuentra rodeado por la Sierra de Santiago, Sierra San Francisco, Sierra Magdalena, y ramas de la Sierra Madre Occidental. (GTC y Topia, 2009). Población: En el 2010 se estimó un total de 510 de habitantes, de los cuales son 253 hombres y 257

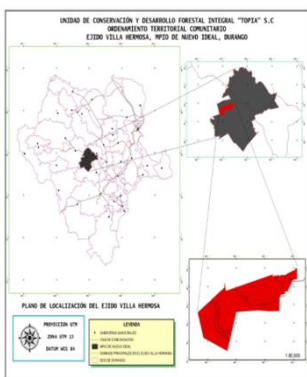


Figura 7

Localización del  
área de estudio

mujeres (INEGI, 1990:2010).

Metodología: Se lleva a cabo en un proceso de Investigación-acción participativa basado en las propuestas de Ander-Egg 1986 y Geilfus, 2009, la cual se divide en tres etapas y se enmarca en la evaluación de los capitales y medios de vida sustentables:

1.-Fase Pre-activa: es una aproximación de la problemática, se clasificaran los capitales comunitarios, y medios de vida. Además de realizar una revisión documental, estadística oficial publicada y de sistemas de información geográfica. Por medio de observación guiada: visitas de campo, entrevista semiestructurada a líderes de la localidad.

2.-Fase Activa: Comienza con la aplicación de una encuesta para la identificación de los capitales comunitarios y medios de vida, a población en general y productores agropecuarios. Para esto se estimó el tamaño de muestra: población de 510 habitantes y 129 hogares censales, donde se tomó en cuenta un hogar por unidad, un índice de confianza del 95%, un error de 0.05, homogeneidad del 50% y se estimó un tamaño de muestra de 45. Después se realiza la sistematización de la información recaudada, para seguir con la realización de talleres participativos para extracción de la información (Geilfus, 2009).

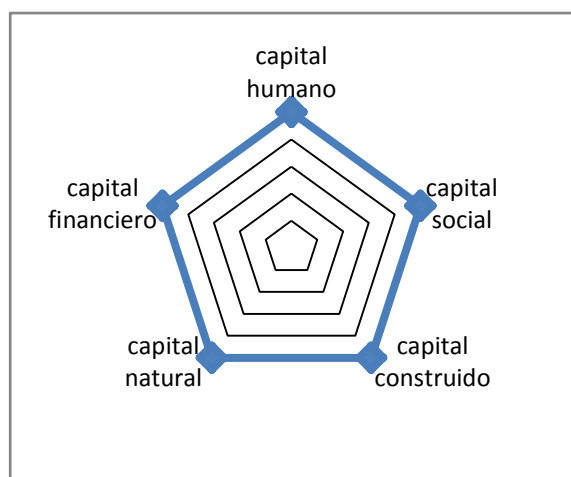


Figura 8. Medios de vida sustentables, adaptado de DFID, 1999

3.-Fase post activa

Para el análisis final se pretende ponderar un indicador principal para cada capital, en una sola escala con un valor máximo de 100 y mínimo de 0, y los vértices del pentágono representado, indican el nivel máximo de cada capital (Robles-Zabala, 2010); se establecen las conclusiones, se escribe el informe y abandono de la comunidad.

## RESULTADOS PRELIMINARES

Se han realizado actividades de la fase pre-activa en las que destacan las siguientes:

1. Visita de campo exploratoria para conocer el lugar, recorrido la presa La Redonda y huertas de manzana y cultivos de avena.

2. Entrevista al Comisariado ejidal, y tesorero del Comité de agua, Asociación La Redonda A.C.
3. Se aplicaron 55 encuestas a distintos habitantes de la comunidad, y se dio un recorrido por las huertas de manzana y avena.

Resultados obtenidos a partir de la aplicación de encuestas y entrevistas en el área: Capital Social: Serealiza una planeación comunitaria de las cosechas con un calendario de riegos, según la cantidad de agua que se almacenada en la presa “La Redonda”, y durante las reuniones ejidales se establecen acuerdos donde el 78% toman decisiones sobre el manejo del agua para el riego. Además que se pagan una cuota para reparación de canales y por el derecho de agua.

En el ejido comúnmente no se trabaja con otras comunidades, solo el 20% colabora con la personas de Nuevo Ideal y Canatlán. También se perciben algunos proyectos comunitarios que se realizan en la zona, los cuales se enumeran en la figura 3.

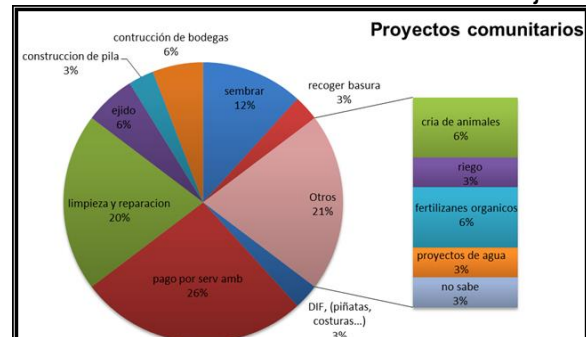


Figura 9. Proyectos comunitarios

Fuente: elaboración propia

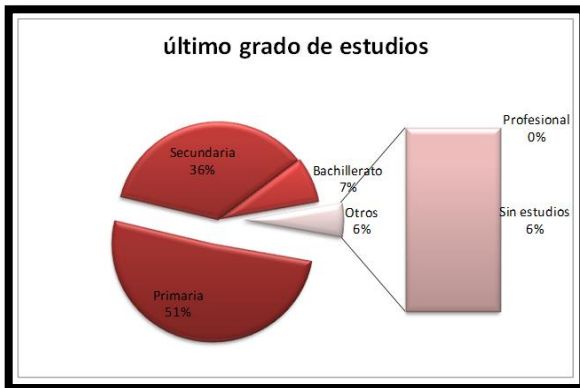


Figura 10. Último grado de estudios

**Capital Humano:** Según el censo de INEGI, del año 2010, hay un total de 510 de habitantes, de los cuales la mayoría son derechohabientes de alguna institución de salud, 51% al Seguro popular, 41% al IMSS, 2% ISSSTE, y el 6% a ninguno. En educación se cuenta con nivel basico jardín de niños, escuela primaria y secundaria, en la zona y el grado de estudios de los habitantes es su mayoría de primaria,

figura 4.

Capital Construido

Infraestructura

Se cuenta con la presa de almacenamiento “La Redonda”, construida en 1985 y conformando un cuerpo de agua de jurisdicción federal, pero es administrada por comité llamado “Presa La Redonda A.C”. Tiene con una capacidad de almacenamiento de 700 hm<sup>3</sup> (CONAGUA, 2012)

de agua utilizada para riego, y carece de estructuras o equipos de aforo, la distribución se hace de forma empírica a través de agua rodada. Para almacenar las cosechas se tienen varios almacenes para los cuales se guardan las siguientes proporciones de cada cultivo: el 34% del maíz, 10% de manzana y 4% de frijol.

**Equipo**

En cuanto a vehículos y equipo para trabajo agrícola el 68% de los productores cuenta con vehículos y equipo propio, en promedio con un tractor y una camioneta.

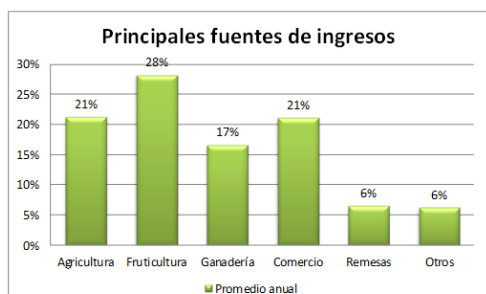


Figura 5. Principales fuentes de ingresos

Fuente: Elaboración propia.

**Capital Financiero:** Por familia se tienen ingresos de \$24,449.00 promedio al año, equivalente a \$2,037.42 promedio al mes. Las principales fuentes de ingresos se describen en la figura 6:

Otras fuentes de ingresos se obtienen por trabajo en programas de empleo temporal, maquiladoras, limpieza de casas, trabajo en la construcción y trabajo como empleados en el campo. Además se obtienen otros apoyos financieros por parte de programas sociales, por

los cuales se percibe al alrededor de un salario mínimo mensual.

**Capital Natural:** Acceso al agua de la presa “La Redonda”, acceso a la tierra cultivables, 2,454.5 hectáreas de bosque de pino (GTC y Topia, 2009), generador de agua y de trabajo.

**Medios de Vida**

**Agricultura:** Los cultivos principales son maíz, frijol y avena y de riego o temporal, para riego se carece de alguna tecnología, sino que se realiza a través de agua rodada. El 45% del cultivo de maíz es de temporal y se produce alrededor de 0.5 tonelada por hectárea y se vende a \$2.52 kg en promedio, el frijol se producen 0.72 t por ha su precio es de \$5.36 kg.

**Ganadería:** El 17% de los ingresos que se obtiene por la ganadería en promedio menos de \$20,000 por año, se estimó que por ganadero se cuentan con un promedio de 13 cabezas de ganado vacuno, de los cuales 39% se encuentran libre y son para comercialización, 2 equinos, 5 porcinos, 30 aves de corral y algunos cuentan con 19 borregos, de los cuales más del 50% son para su consumo.

**Fruticultura:** Se cultivan distintas variedades manzana como Red delicious 65%, Banana 22.5%, Golden 7.5 % y Champions 5 %, la producción es de aprox. 260 cajas por hectárea con un precio de \$122.80 en promedio, también algunos productores tienen media hectárea de perón, de los cuales producen 180 costales que se venden en \$46.70 cada uno.

Apicultura: Solo un productor se dedica a la producción de miel, donde se producen 5 cubetas de 19 litros, con un costo de \$1,200 por cubeta.

Programas de empleo temporal (Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos) En el ejido se tienen 2,454.5 has de bosque de pino, de las cuales 1,576.58 has se conservan para servicios ambientales, de los cuales se perciben alrededor de \$960,000.00 al año, (\$609.00 por hectárea) (CONAFOR), en el 2006 se emplearon a 30 personas número que aumentó a casi 100 en el año 2013, quienes perciben un sueldo promedio por jornal de \$400.00.

### **CONCLUSIONES PRELIMINARES**

Hasta esta fase de la investigación se puede concluir que los medios de vida se basan principalmente del acceso al bosque, el agua y la tierra de cultivo, de donde dependen las actividades tales como el pago de servicios ambientales, la agricultura, la fruticultura, la ganadería, el 66% de las familias dependen de las actividades agropecuarias para su subsistencia. El ingreso familiar medio de \$24,449 por año refleja un flujo de efectivo bajo para cubrir las necesidades y sostener la reinversión en el campo. Esto ha llevado al 46% de las familias a dedicar a uno o varios de sus miembros a los programas de pago de servicios ambientales y empleo temporal en limpieza y reparación de canales.

La investigación continuará con las actividades de las fases activa y post-activa, en las cuales se hará una identificación más precisa de la condición de los medios de vida mediante talleres participativos, contemplando además la devolución de información a la comunidad, la conclusión del proyecto y abandono de la comunidad.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- CONAFOR. (25 de marzo de 2014). Recuperado el 02 de mayo de 2014, de <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/tramites-y-servicios/apoyos>
- CONAGUA. (2012). Sistema de seguridad de presas. Recuperado el 11 de agosto de 2014, de [http://201.116.60.136/inventario/archivos\\_presa.aspx?1239](http://201.116.60.136/inventario/archivos_presa.aspx?1239)
- DFID, Department for International Development. (1999). Sustainable livelihoods guidance sheets. London, UK: DFID
- Emery, M. & Flora, C. (2006). Spiraling-Up: Mapping Community Transformation with Community Capitals Framework. *Community development: Journal of the Community Development Society*, Vol. 37, No. 1, 19-35.
- Flora, B. C., Mary, E., Fey, S., & Bregendahl, C. (2004). Community Capitals: A Tool for Evaluating Strategic Interventions and Projects. North Central Regional Center for Rural Development.
- Flora, C. B. (2007). Social Capital and Community Problem Solving: Combining Local and Scientific Knowledge to Fight Invasive Species. Iowa State University, 1-11.
- Geilfus, F. (2009). 80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

- GTC, G. T., & Topia, S. (2009). Ordenamiento territorial comunitario. Ejido Villa Hermosa, Nuevo Ideal, Durango.
- Gutiérrez, M.M. (2013). Análisis de los factores naturales y antropogénicos que influyen en la recarga del acuífero del Valle de Santiaguillo. Durango, Dgo. Instituto Politécnico Nacional, Unidad CIIDIR Durango. (En elaboración)
- INEGI. (2010). Censo de población y vivienda ITER. Recuperado el 03 de 09 de 2013, de [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- SAGARPA. (2013) Servicios de Información Agropecuaria y Pesquera, recuperado el 04 de noviembre de 2013, de <http://www.siap.gob.mx>
- SAGDR. (2010). PORTAL OIEDRUS, (Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable). Recuperado el 17 de octubre de 2013, de <http://www.oeidrus-durango.gob.mx/>
- SEDESOL. (2013). Secretaria de Desarrollo Social. Recuperado el 06 de 09 de 2013, de [http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Padron\\_de\\_Beneficiarios](http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Padron_de_Beneficiarios)

## VALIDACIÓN DEL PRONÓSTICO DE LLUVIA ACUMULADA MEDIANTE EL MODELO WRF PARA LA REPÚBLICA MEXICANA

A. Corrales<sup>1</sup>, M. P. Narváez<sup>1</sup>, O. Ruíz<sup>1</sup>, H. Flores<sup>2</sup>, L. A. González<sup>1</sup>,  
M. A. González<sup>1</sup> & L. H. Maciel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos. INIFAP-C.E. Pabellón, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. <sup>2</sup>INIFAP-C.E. Valle del Guadiana, Durango, Dgo., México.  
e-mail: [corrales.arturo@inifap.gob.mx](mailto:corrales.arturo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

México es afectado por fenómenos hidrometeorológicos que pueden provocar afectaciones importantes en el sector primario y en la población, ya que está expuesto a lluvias, granizadas, nevadas, heladas, tormentas eléctricas, tornados, entre otros (Prieto *et al.*, 2010).

El uso de modelos de numéricos para la predicción del tiempo (NWP) como complemento a la interpretación de observaciones convencionales puede incrementar la certidumbre al proceso de pronóstico. La mayor resolución espacial y temporal de un modelo permite observar con mayor detalle la evolución de un fenómeno meteorológico y así proporcionar un marco más detallado en el cual las observaciones reales pueden ser interpretadas (Litta *et al.*, 2012a).

A partir de Enero de 2012 el INIFAP ha implementado el modelo WRF (WeatherResearch and Forecasting) con el propósito de atender a la demanda de pronóstico meteorológico en regiones agrícolas del país. Durante el mes de diciembre del mismo año se puso de forma operativa en fase experimental y en proceso de validación. El objetivo del estudio fue evaluar la cantidad de lluvia acumulada en 24 h pronosticada mediante el uso del modelo WRF y compararla con los datos registrados en la Red Nacional de Estaciones Automatizadas que administra el INIFAP.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Modelo numérico.

El modelo WRF es resultado de un esfuerzo de múltiples agencias para proporcionar un sistema de nueva generación para el modelado del pronóstico de mesoescala que tiene como objetivo el avance tanto de la comprensión y predicción del tiempo meteorológico así como acelerar la transferencia de los avances de la investigación hacia la parte operativa. El modelo está siendo desarrollado en conjunto por: National Centers for Environmental Prediction (NOAA/NCEP), NOAA Earth Systems Research Laboratory Global Systems Division (NOAA/ESRL/GSD), National Center for Atmospheric Research (NCAR), Mesoscale Microscale Meteorology Division (MMM), Department of Defense's Air Force Weather Agency (AFWA) y la Federal Aviation Administration

(FAA) junto con la participación de científicos universitarios y de colaboradores internacionales (Janjicet *al.*, 2010).

El modelo WRF cuenta con dos núcleos dinámicos; el AdvancedResearch WRF (ARW) y el Non-hydrostaticMesoscaleModel (NMM).

El WRF-NMM fue desarrollado por la NOAA/NCEP. Es un modelo de mesoescala completamente compresible, no hidrostático con una opción hidrostática (Janjic, 2003).

El ARW es desarrollado principalmente por el NCAR. Es un subconjunto del sistema de modelado WRF que, además del núcleo, abarca esquemas para la física, opciones numéricas y dinámicas, rutinas de inicialización y un paquete de asimilación de datos (WRF-Var). Algunos paquetes para la física son ampliamente compartidos con el NMM (Skamarock, 2008).

En el presente trabajo se empleó el software WRF EnvironmentalModelingSystem (EMS), el cual fue desarrollado por el NWS ScienceOperationsOfficer (SOO) Science and Training Resource Center (STRC). Un beneficio de utilizar el WRF EMS es que incorpora ambos núcleos dinámicos en un modelo único pronóstico (Rozumalski, 2006). El software consiste en programas pre-compilados que son fáciles de instalar y ejecutar. El WRF EMS contiene todas las opciones para la física disponibles para los núcleos ARW y NMM (Watson, 2007).

### **Configuración del modelo.**

En el presente estudio el modelo se integró por periodos de 120 horas. Se configuró un único dominio con 13 km de paso de malla y una estructura vertical de 35 niveles desigualmente espaciados. Como condiciones iniciales y de frontera se utilizaron las salidas de las 6000 UTC del Global ForecastSystem (GFS) de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  de resolución. La Tabla 1 muestra la configuración del modelo.

### **Selección de los puntos a evaluar.**

Un punto importante a considerar en la evaluación del modelo es que en los puntos de la malla donde el WRF entrega información no coinciden con el punto de ubicación de las estaciones Agroclimatológicas. Para realizar el análisis estadístico se escogen las estaciones que se encuentran en un radio de 6 km con respecto a los puntos de la malla y que cuenten con al menos 80% de datos por día; además, se supone que los puntos de malla y las estaciones se encuentran a la misma altitud. En cada rutina de validación realizada para el período Julio 2012-Febrero 2013, donde se aplicaron los criterios señalados el número de estaciones resultantes fue de 386 (Figura 1).



Tabla 1. Configuración del modelo.

Longitud de la simulación	120 horas (5 días)
Frecuencia de actualización de las condiciones de frontera	03 horas
Dinámica	No hidrostático
Esquema de cumulus	Betts-Miller-Janjic
Esquema de microfísica	Milbrandt-Yau
Esquema de capa límite planetaria	Mellor-Yamada-Janjic
Esquema de suelo	Noah 4-Layer LSM
Esquema de capa superficial	Monin-Obukhov (Janjic)
Radiación de onda larga	RRTM
Radiación de onda corta	DudhiaScheme



Figura 1. Estaciones agroclimatológicas (·) resultantes después de aplicar los criterios de selección; puntos de malla del WRF (x).

### Análisis estadístico.

El análisis en cada punto comprendió de Julio de 2012 a Febrero de 2013; y para el contraste se utilizaron cuatro parámetros estadísticos: Coeficiente de correlación (CC), Raíz cuadrada del

cuadrado medio del error (RCCME), Error medio absoluto (EMA) y el Error Medio (EM); cada uno de los cuales promediados en los 386 puntos.

$$CC = \sum (f_i - f) (o_i - o) / \sqrt{(f_i - f)^2 (o_i - o)^2} \cdot 1$$

$$RCCME = \sqrt{(1/N) \sum_{i=1}^N (f_i - o_i)^2} \cdot 2$$

$$EMA = (1/N) \sum_{i=1}^N |f_i - o_i| \cdot 3$$

$$EM = (1/N) \sum_{i=1}^N (f_i - o_i) \cdot 4$$

Donde  $f_i$  es el dato pronosticado,  $o_i$  el valor registrado por la estación agroclimatológica,  $f$  y  $o$  son los promedios del dato pronosticado y observado, respectivamente, y  $N$  el número de observaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de la precipitación simulada.

La precipitación es uno de los parámetros más difíciles de pronosticar en la predicción numérica del tiempo a pesar de que la exactitud de los modelos numéricos se ha incrementado en las últimas décadas (Wang and Seaman 1997, citado en Litta *et al.*, 2012a).

La Tabla 2 muestra el promedio de los parámetros estadísticos así como la precipitación acumulada promedio simulada y observada en cada uno de los 386 puntos evaluados, en ella se observa una correlación positiva baja en el rango de 0.2 a 0.4 y una tendencia a subestimar dicha variable (valores del CC similares a los mostrados por Litta *et al.*, 2012b).

Las 24 y 48 h de simulación mostraron un mayor coeficiente de correlación y un RCCME menor respecto a los 72, 96 y 120 h.

Tabla 2. Estadísticos promedio de los puntos evaluados en el periodo Julio 2012 a Febrero 2013.

Variable analizada	Tiempo de simulación (h)	EMA (mm)	EM (mm)	RCCME (mm)	CC	Simulada (mm)	Observada (mm)
Precipitación	24	2.26	-0.17	6.25	0.35	270.21	
	48	2.32	-0.11	6.41	0.34	274.23	
	72	2.44	-0.05	6.76	0.29	294.20	304.36
	96	2.47	-0.06	6.82	0.28	281.72	
	120	2.61	0.05	7.21	0.23	298.38	

La Figura 2 muestra la distribución espacial del CC, lo cual nos brinda información útil acerca de la habilidad del modelo para mostrar la tendencia o relación con dicha variable; y nos permite identificar zonas de relevancia agrícola donde se pueda utilizar de manera confiable en la toma de decisiones del sector.

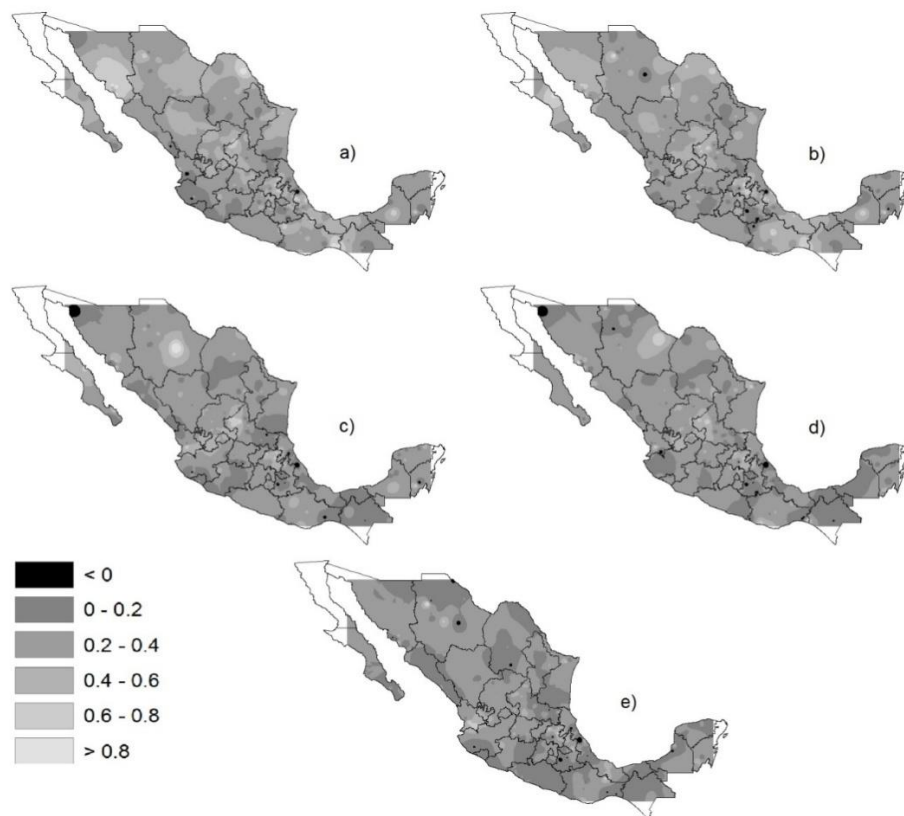


Figura 2. Distribución espacial del CC para las a) 24, b) 48, c) 72, d) 96 y e) 120 h de simulación.

## CONCLUSIONES

La disponibilidad de un pronóstico de lluvia a mediano plazo (5 días) brinda una orientación útil en la toma de decisiones en la agricultura, principalmente en áreas donde las observaciones meteorológicas en tiempo cercano al real son escasas o incluso inexistentes.

El modelo WRF núcleo dinámico ARW muestra un buen comportamiento en el pronóstico de lluvia, aunque no se vea reflejado en el análisis estadístico, ya que es una variable que por su naturaleza, al evaluar de forma directa, por lo general, presenta valores bajos.

Los valores del CC estimados en este estudio son similares a los mostrados por Littaet *al.*, 2012b.

Como trabajo futuro se propone considerar otros estadísticos de validación, como lo es, comparar rangos observados contra rangos simulados mediante tablas de contingencia, las

cuales pudieran indicar la magnitud de certeza que tiene el modelo en el pronóstico de precipitación para distintas categorías de esta.

Para mejorar su desempeño es necesario realizar más estudios con distintas parametrizaciones de la convección y microfísica de nubes.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Janjic, Z. I. 2003. A nonhydrostatic model based on a new approach. *Meteorology and Atmospheric Physics*, vol. 82, no. 1-4, pp. 271-285.
- Janjic, Z.; R. Gall, and M. E. Pyle. 2010. Scientific Documentation for the NMM Solver. NCAR Technical Note, NCAR/TN- 477+STR, 54 pp.
- Litta, A. J.; U. C. Mohanty and Sumam Mary Ididcula. 2012a. The diagnosis of severe thunderstorms with high-resolution WRF model. *Journal of Earth System Science*, vol. 121, No. 2, April 2012, pp. 297–316.
- Litta, A. J.; Sumam Mary Ididcula, U. C. Mohanty, and S. Kiran Prasad. 2012b. Comparison of Thunderstorm Simulations from WRF-NMM and WRF-ARW Models over East Indian Region. *The Scientific World Journal*, vol. 2012, Article ID 951870, 20 pages, 2012. doi:10.1100/2012/951870
- Prieto, R.; Ma. A. Avendaño, L. G. Matías y H. Eslava. 2010. Tormentas severas. Serie Fascículos. 1a. edición, México, CENAPRED, México. p. 3. ISBN: 978-607-7558-08-8.
- Rozumalski, R., 2006. WRF Environmental Modeling System User's Guide. NOAA/NWS SOO Science and Training Resource Coordinator Forecast Decision Training Branch, 89 pp. [Available from COMET/UCAR, P.O. Box 3000, Boulder, CO, 80307-3000].
- Skamarock, W. C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, M. G. Duda, Xiang-Yu Huang, W. Wang, Jordan G. Powers. 2008. A Description of the Advanced Research WRF Version 3. NCAR Technical Note, NCAR/TN–475+STR, 125 pp.
- Wang, W. and N. L. Seaman. 1997. A comparison study of convective parameterization schemes in a mesoscale model. *Mon. Weather Rev.* (125) 252-278.
- Watson, L. R. 2007. Weather Research and Forecasting Model Sensitivity Comparisons for Warm Season Convective Initiation. NASA Contractor Report, NASA/CR-2007–214734, 43 pp.

## **COMPARACIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS TRADICIONALES Y AUTOMATIZADOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO EN COMPOSTAS DE ESTIÉRCOL BOVINO**

**Lourdes Lucía López Romero, Maritza Argelia Macías Corral**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA). Km. 6.5 margen derecha Canal de Sacramento, Gómez Palacio, Durango, C.P. 35140. Correspondencia:

[i-lopez.lucia@inifap.gob.mx](mailto:i-lopez.lucia@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

Un sistema de compostaje ideal se ve determinado por factores diversos como la temperatura, aireación y relación carbono-nitrógeno (C/N). La relación C/N varía según los diferentes materiales usados en el proceso de compostaje. El valor de esta relación decrece según avanza el proceso de compostaje, por lo que es importante como indicador de la evolución del proceso, ya que refleja el estado de los materiales que se están composteando. El carbono representa una fuente de energía metabólica y constituye alrededor del 50% del contenido celular microbiano. Los microorganismos utilizan 30 partes de carbono por una (1) de nitrógeno, por lo que valores bajos originarían pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco, especialmente con valores altos de pH y temperatura (Cegarra, 1994). Debido a la importancia que tiene el valor de carbono en el proceso de compostaje, se requiere del estudio de métodos precisos para la determinación de dicho elemento.

Existen diferentes métodos para la determinación del carbono proveniente de la materia orgánica, que incluyen métodos tradicionales y automatizados. Dentro de los métodos tradicionales, las dos técnicas más difundidas son el método por ignición mediante mufla y el método de combustión húmeda de Walkley y Black (1934). En cuanto a la determinación por métodos automatizados, éstos demandan menor cantidad de muestra, pero requieren del uso de reactivos analíticos certificados y de elevada pureza que son utilizados como material de referencia (Soon y Abboud, 1991).

Para los residuos orgánicos, el método de mufla permite estimar el contenido teórico de carbono total de residuos composteados, basándose para ello en el factor de 1.8 para convertir la materia orgánica (MO) en carbono total (Jiménez y García, 1992). Para las muestras de suelo, Pribyl (2010) sugiere el factor de 2 afirmando ser más preciso que el factor "van Bemmelen" de 1.724 comúnmente usado para estimar el contenido de MO del suelo a partir del carbono orgánico. Sin embargo, los resultados dependerán de la temperatura utilizada en cada método. Cuanto mayor es la temperatura mayor será la quema de material orgánico y menor

será el peso del material remanente, lo que implica variaciones en los procesos de conversión (Conceição *et al.*, 1999).

El método de pérdida por ignición resulta un método económico en el que no se utilizan reactivos químicos y requiere pocas horas hombre para su realización (La Manna *et al.*, 2007). El método de combustión húmeda de Walkley & Black, se basa en la oxidación de la muestra con dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). La reacción toma el calor de la disolución del ácido, lo que eleva la temperatura y logra la oxidación del carbono orgánico. El dicromato residual es posteriormente titulado con una sal ferrosa (Carreira, 2005). El método de combustión húmeda determina sólo una parte del carbono orgánico, discriminando las formas condensadas y excluyendo en un 90 a 95% el carbono elemental (Jackson, 1976). En su trabajo publicado en 1934, Walkley y Black, encuentran que, para los veinte suelos ensayados, el porcentaje de carbono recuperado promediaba el 77 %, proponiendo el uso de un factor de 1.3 para expresar los resultados en porcentaje de carbono orgánico. Varios estudios muestran la posible determinación del contenido de carbono en residuos orgánicos debido a las adaptaciones de métodos utilizados en suelos.

El objetivo de este trabajo fue comparar y evaluar la relación entre los valores de carbono orgánico estimado a partir de la materia orgánica obtenida por el método de combustión seca en mufla, el método de combustión húmeda Walkley y Black y el método de combustión directa en autoanalizador elemental (en un equipo marca LECO).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del INIFAP CENID-RASPA ubicado en la ciudad de Gómez Palacio, Dgo. Las muestras analizadas fueron 16 compostas preparadas en el Instituto antes mencionado para las cuales se emplean estiércol bovino con rastrojo de maíz en diferentes proporciones con el objetivo de obtener características en relación C/N variable. Después de la toma de muestras, éstas fueron secadas a temperatura ambiente y posteriormente molidas y tamizadas al tamaño de partícula requerido por el método.

### Método de combustión seca en mufla

Se pesó en crisol de porcelana previamente puesto a peso constante la cantidad de 0.2000 gr de muestra tamizada a 180  $\mu$ m. Luego se colocaron en una mufla la cual fue programada a 550°C y se calcinaron durante 2 horas. Una vez cumplido el tiempo antes mencionado, el crisol con la muestra incinerada es sacado de la mufla al alcanzar los 200°C para luego ser colocado en una estufa previamente programada a 105°C durante 2 horas. Después, el crisol con la

muestra es puesto en un desecador para posteriormente realizar la pesada y cálculo del carbono orgánico mediante la diferencia de pesos.

#### **Método de combustión húmeda por Walkley & Black**

El método de combustión húmeda fue realizado con muestra de tamaño de partícula 1.7 mm. Se pesaron 0.1000 gr de muestra que fue colocada en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Posteriormente, se agregaron 10 ml de solución de dicromato de potasio 1N y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, realizando movimientos circulares durante aproximadamente 10 segundos. Se dejó reposar durante media hora. Se añadieron 200 ml de agua desionizada, 10 ml de ácido fosfórico concentrado y 1 ml de indicador difenilamina. Realizado lo anterior, se tituló con sulfato ferroso 1 N hasta obtener un cambio de vire de azul-violeta a verde esmeralda. Para la realización del cálculo de carbono orgánico se tomó como factor 0.39 debido a que se supone que el método sólo oxida el 77% del carbono en la muestra (NOM-021-SEMARNAT-2000).

#### **Método de combustión directa en analizador elemental LECO Truspec CHN**

El equipo utilizado para este método es un Analizador Elemental marca LECO modelo Truspec CHN, el cual está diseñado para la determinación específica de Carbono, Hidrógeno y Nitrógeno elemental. En el presente estudio sólo se explica el proceso general por el que pasa la muestra para obtener el resultado de carbono total. La cantidad de muestra utilizada fue de 0.2000 gr a un tamaño de partícula de 180  $\mu\text{m}$ , la cual se colocó en papel de estaño que después fue colocado en el automuestreador del equipo. La determinación de carbono total en el equipo se basa en la combustión total de la muestra mediante el gas de combustión  $\text{O}_2$  UHP 99%, pasando primero por una cámara de purga donde se elimina el gas atmosférico que pudiese acompañar a la muestra. Dicha muestra se introduce a un horno a  $950^\circ\text{C}$  y posteriormente a  $850^\circ\text{C}$ . Los gases de combustión son arrastrados desde el horno, pasan por un enfriador termoeléctrico y quedan recogidos en un sistema de recogida de alícuota. El gas portador (helio) se utiliza para arrastrar la alícuota a través de dos celdas independientes de infrarrojo (IR) para la determinación posterior de carbono y de hidrógeno.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El porcentaje de carbono orgánico calculado para las diferentes compostas utilizadas en los métodos de combustión seca en mufla, combustión húmeda por Walkley y Black y combustión directa por analizador elemental LECO, son mostradas en la Figura 1. El contenido de carbono

orgánico varía de 8.2 a 46.7%, 5.1 a 43%, 5.3 a 37.9%, respectivamente, reflejando la heterogeneidad de las muestras y las diferencias entre los métodos analíticos.

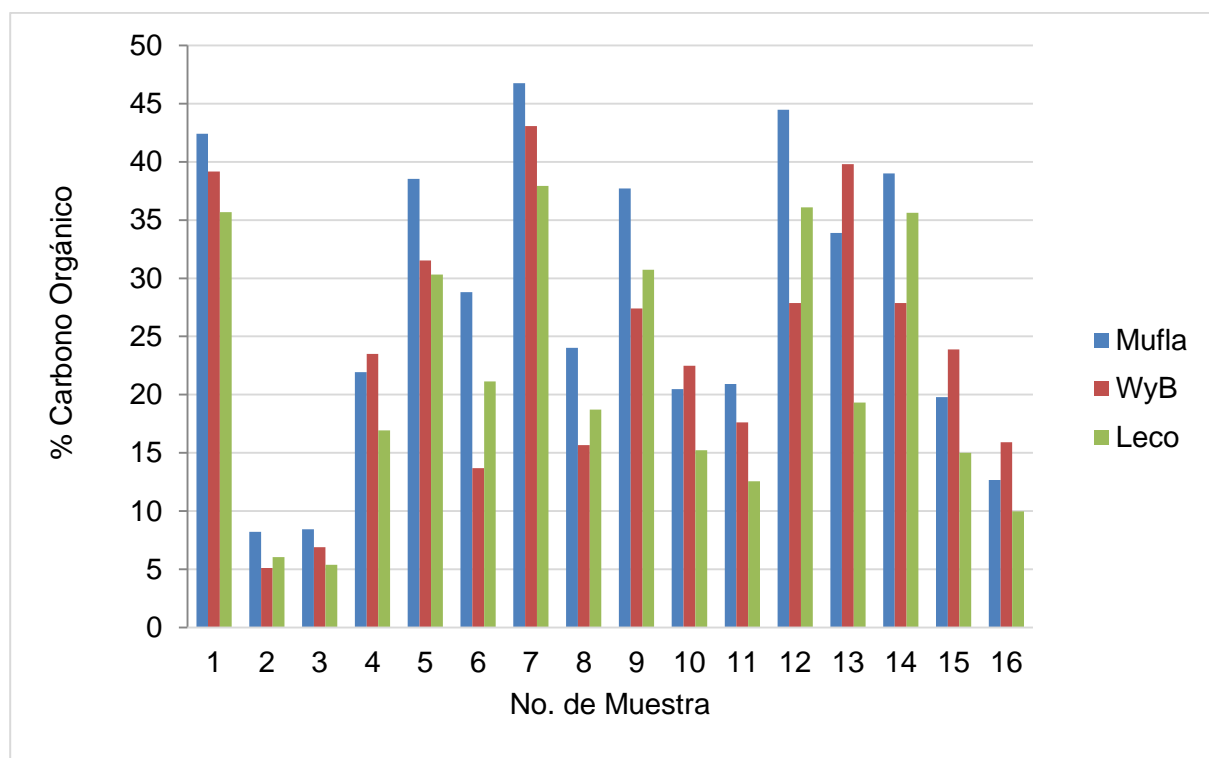


Figura 1. Contenido del porcentaje de carbono orgánico (%CO) obtenido por método de combustión seca en mufla, combustión húmeda por Walkley y Black (WyB) y combustión directa por analizador elemental en muestras de composta de estiércol bovino.

En comparación con el método de combustión en mufla, se observa que el carbono obtenido por el método de Walkley y Black es subestimado. Esto es posible debido a la utilización del factor 1.724 que se utiliza para la oxidación con dicromato, pues sólo se produce una oxidación parcial del carbono, teniendo en cuenta que las fracciones orgánicas protegidas por la fase mineral (carbonatos), no son atacadas durante la digestión ácida (Cantarella y Trivelin, 2001; Segnini *et al.*, 2008). Resultados similares fueron obtenidos por Rheinheimer *et al.* (2008) y Segnini *et al.* (2008), quienes analizaron suelos y utilizaron métodos que involucran la oxidación de carbono orgánico por dicromato en medio ácido. Algunos residuos orgánicos contienen carbono inorgánico como los estiércoles de aves, por lo que el tratamiento previo de las muestras con ácido contribuye a la eliminación del carbono inorgánico (Kerven *et al.*, 2010).

En cuanto al método de combustión directa por analizador elemental LECO el porcentaje de carbono también es subestimado. A pesar de tener un buen coeficiente de correlación ( $R^2=0.9989$ ), la calibración del método utilizada en el equipo se realizó mediante una curva



multipuntos con seis (6) sustancias de referencia que contienen 1.26, 2.77, 10.14, 32.00, 44.66 y 45% de carbono. Como puede observarse, la línea de tendencia no toca los puntos que pudieran contener entre 10 y 32%, entre 33 y 44%, ni mayor a 45% de carbono, por lo que los resultados de muestras que tengan estos valores arrojados por el equipo no pueden ser considerados como confiables.

En las figuras 2, 3 y 4 pueden apreciarse los coeficientes de correlación entre los métodos utilizados en este estudio. Precisando, en las figuras 2 y 3 puede observarse que el método de digestión húmeda por Walkley y Black no es apropiado para muestras con contenidos altos de carbono orgánico, como es el caso de las compostas. La Mannaet *al.*, (2007) encontraron que los métodos analíticos de mufla y Walkley y Black varían según el tipo de vegetación en el suelo, donde los suelos que sustentan vegetación con mayor contenido de carbono presentan mayores diferencias entre los dos métodos analíticos. El método de combustión húmeda discrimina las formas condensadas excluyendo en un 90 a 95% el carbono elemental (Jackson, 1976). Sin embargo, en la Figura 4 puede observarse que los métodos por ignición permiten la determinación de la materia orgánica total, incluyendo las formas muy condensadas como de composiciones próximas al carbono elemental, humus, humatos y residuos orgánicos poco alterados (La Mannaet *al.*, 2007).

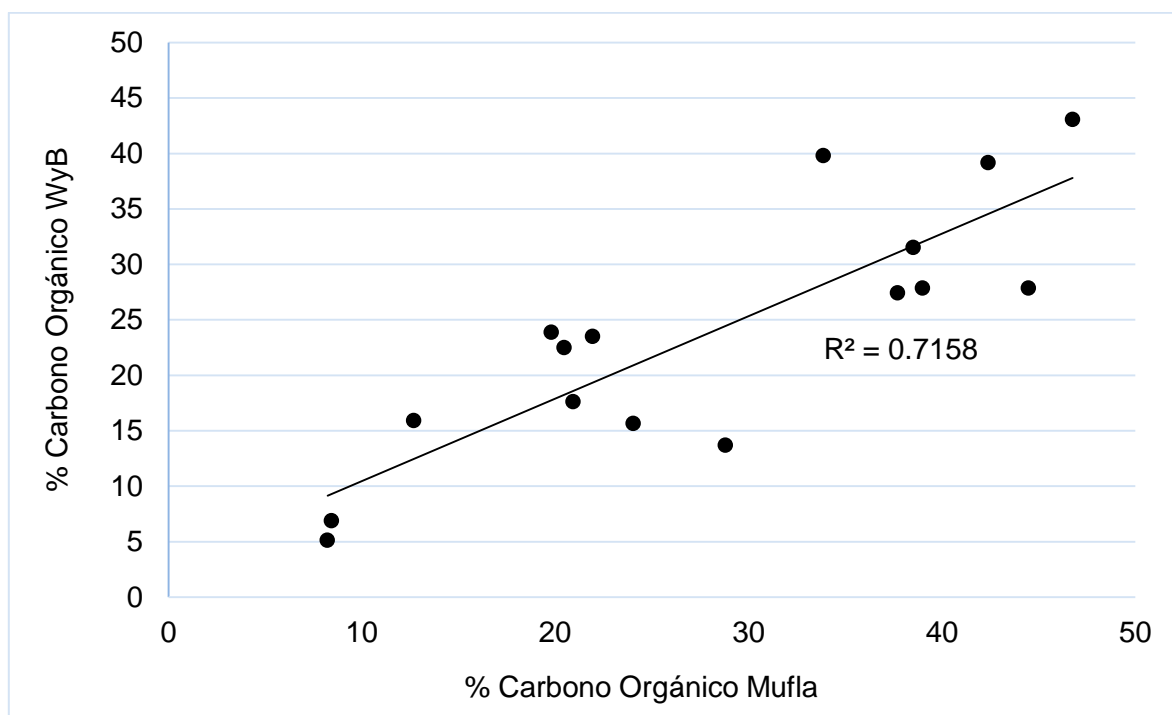


Figura 2. Relación del contenido de carbono orgánico (%CO) por combustión seca en mufla y combustión húmeda por Walkley y Black (WyB).

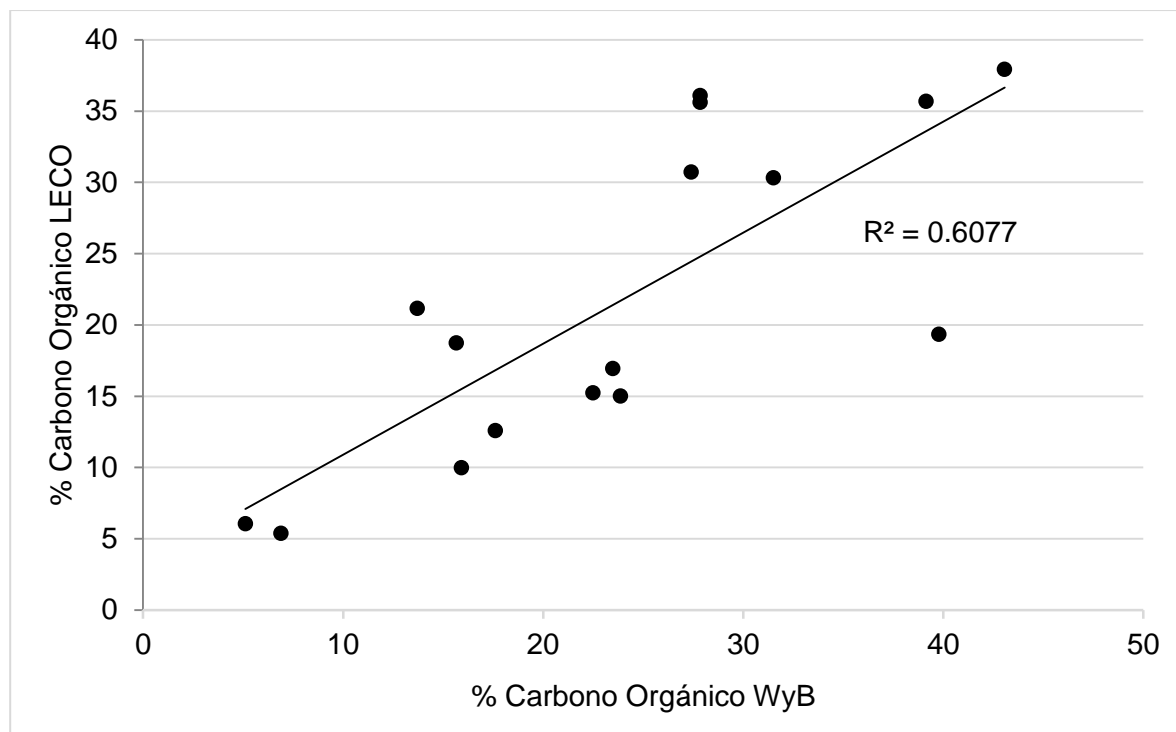


Figura 3. Relación del contenido de carbono orgánico (%CO) por combustión húmeda por Walkley y Black (WyB) y combustión directa por analizador elemental LECO.

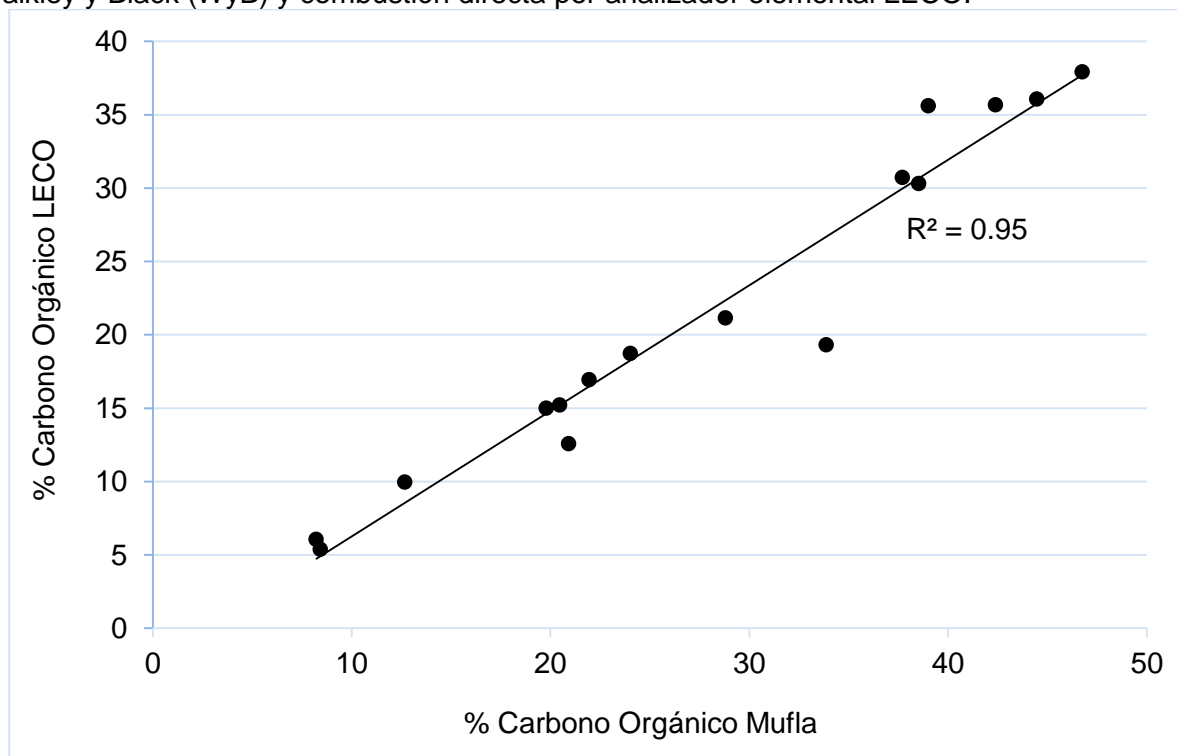


Figura 4. Relación del contenido de carbono orgánico (%CO) por combustión seca en mufla y combustión directa en analizador elemental LECO.

## CONCLUSIONES

Los métodos de combustión seca y combustión directa son los apropiados para la determinación de carbono orgánico en residuos orgánicos como las compostas de estiércol bovino.

El método de combustión húmeda de Walkley y Black subestima los valores de carbono orgánico en residuos orgánicos como las compostas de estiércol bovino.

Es posible utilizar el método combustión seca en mufla para evaluar el carbono presente en residuos orgánicos, como las compostas de estiércol bovino, pues además de confiable, resulta poco costoso y amigable con el medio ambiente al no requerir reactivos ni generar residuos químicos.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio es financiado por el INIFAP Proyecto de Fondos Fiscales 2014 No. 12294732544.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Raij, B. van (2001). Determinação da matéria orgânica. In: RAIJ, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H. & Quaggio, J.A. Análise química pra avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, IAC. pp.173-180.
- Carreira, D. (2005). Carbono oxidable. Una forma de medir la materia orgánica del suelo. pp. 91-102. *En*: L Marbán & S Ratto (eds.). Tecnologías en análisis de suelos. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo.
- Cegarra, J. (1994). *Fraccionamiento de fertilizantes orgánicos y de sus productos de humificación*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, España. pp. 60-71.
- Conceição, M.; Manzatto, C.V.; Araújo, W.S.; Martin Neto, L.; Saab, S.C.; Cunha, T.J.F. & Freixo, A.A. (1999). Estudo comparativo de métodos de determinação do teor de matéria orgânica em organossolos. Rio de Janeiro, Embrapa. pp.4. (Comunicado Técnico, 2)
- Jackson, M. (1976). Análisis químico de suelos. Ed. Omega. Barcelona. pp. 662.
- Jiménez, E.I. & García, V.P. (1992). Relationships between organic carbon and total organic matter in municipal solid wastes and city refuse composts. *Biores. Technol.*, 41:265- 272.
- Kerven, G.L.; Menzies, N.W. & Geyer, M.D. (2010). Soil carbon determination by high temperature combustion – a comparison with dichromate oxidation procedures and the influence of charcoal and carbonate carbon on the measure value. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 31:1935-1939.
- La Manna, Ludmila et al. (2007). Comparación de métodos analíticos para la determinación de materia orgánica en suelos de la región Andino-Patagónica: efectos de la vegetación y el tipo de suelo. *Cienc. Suelo* [online], vol.25, n.2 [citado 2014-08-12], pp. 179-188. Disponible en: <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672007000200009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672007000200009&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1850-2067.
- Norma Oficial Mexicana (2000). NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis.
- Pribyl, D.W. (2010). A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. *Geoderma*, 156:75-83.
- Rheinheimer, D.S.; Campos, B.C.; Giacomini, S.J.; Conceição, P.C. & Bortoluzzi, E.C. (2008). Comparação de métodos de determinação de carbono orgânico total no solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:435-440.
- Segnini, A.; Santos, L.M.; Silva, W.T.L.; Martineto, L.; Borato, C.E.; Melo, W.J. & Bolonhezi, D. (2008). Estudo comparativo de métodos para a determinação da concentração de carbono em solos com altos teores de Fe (Latossolos). *Química Nova.*, 31:94-97.
- Soon, Y.; Abboud, S. (1991). A comparison of some methods for soil organic carbon determination. *Commun Soil Sci Plan* 22, 943-954.
- Walkley, A.; 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 Science* 37: 29-38.

---

---

## CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LOS MEZQUITALES PUROS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

**Luis Manuel Valenzuela Núñez<sup>1</sup>, Cándido Márquez Hernández<sup>1</sup>,  
Guillermo González Cervantes<sup>2</sup>, Amir Briceño Contreras<sup>1</sup>,  
Sonia Paulina Barraza Morán<sup>1</sup>, Daniel Alejandro Espino Castillo<sup>1</sup>,  
Roberto Sifuentes Rocha<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas-UJED, Av. Universidad s/n,  
Fracc. Filadelfia. C. P. 35010 Gómez Palacio, Dgo.  
luisvn70@hotmail.com

<sup>2</sup>INIFAP Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, Ejido  
Las Huertas, Gómez Palacio, Durango, México. C.P. 35140.

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mezquite sigue presentando los mismos usos, por lo que es considerado como recurso natural de importancia en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país. El mezquite tuvo una crucial importancia para los primeros pobladores de las regiones áridas y semiáridas, por los usos que cada pueblo le dio. Los pueblos cazadores-recolectores, casi todos ellos nómadas, utilizaron al mezquite principalmente como alimento, combustible, sombra, para la elaboración de juguetes y utensilios y como planta medicinal (Gómez *et al.*, 1970; Gómez, 2008).

Entre los sectores productivos, el primario (que incluye las actividades agrícolas ganadera, silvícola y pesquera) ha sido fundamental para el desarrollo económico de México, pero también ha contribuido de manera importante al deterioro ambiental del país, ya que ha propiciado la reducción de los bosques y selvas al abrir espacios y terrenos de manera desordenada (deforestación) para la crianza de ganado, así como el cultivo de especies vegetales y el asentamiento irregular de comunidades. El presente escrito tiene como finalidad presentar de manera detallada las características dasométricas de los rodales de mezquite presentes en dos sitios de muestreo en el estado de Chihuahua y con ello tener una idea clara de la densidad poblacional arbórea, además de la importancia ecológica del mezquite en los ecosistemas de la región. Se pretende presentar de manera general un primer acercamiento del volumen de madera comercial disponible en los rodales de mezquite. Se presenta además una caracterización ecológica de manera general con el fin de presentar el medio biofísico y la estructura horizontal de la vegetación de mezquital presente en el estado de Chihuahua.

### **METODOLOGÍA.**

La identificación y delimitación de los rodales de mezquite en la zona de estudio se llevó a cabo con la ayuda de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI Serie III Escala 1:250 000, identificando los polígonos correspondientes al tipo de vegetación de mezquital puro y mediante recorridos de campo se ubicaron in situ los rodales y se localizaron los caminos y brechas de acceso.

### **MATERIALES Y MÉTODOS.**

El muestreo de la población de mezquite se realizó mediante el uso de la técnica de muestreo de vegetación cuadrante de punto central sobre transectos ubicados dentro de los rodales en cada uno de los sitios en las localidades de Aldama y Satevó del estado de Chihuahua. El número de puntos de muestreo fue de 18 a 25 dependiendo de la extensión de los rodales, su heterogeneidad y la accesibilidad a los mismos, respetando la accesibilidad de las propiedades privadas. En cada punto de muestreo se formó un cuadrante en donde se tomó la distancia del cuadrante al individuo más cercano en cada uno de los cuadrantes. La información obtenida se utilizó para estimar la densidad de población por hectárea en función de la distancia media estimada (Vásquez, 1986; Bonham, 1989; Franco *et al.*, 1995; Bern *et al.*, 1999, Meza y Osuna, 2003).

Para estimar la densidad absoluta de individuos por hectárea (DAT) fue necesario obtener la distancia media (DM) y área media (AM). La caracterización dasométrica se llevó a cabo mediante la toma de información de cada individuo midiendo la altura, los diámetros de la cobertura de la copa, los diámetros de la cobertura a nivel del suelo dado el carácter arbustivo del mezquite, número de tallos y se estimó el volumen de madera comercial midiendo los fustes y ramas aprovechables (se tomó como criterio que fustes y ramas con diámetro mayor a 5 cm y longitud mayor a 100 cm son comerciales). Los datos de altura de los árboles de mezquite se obtuvieron con el uso de estadales graduados para los individuos de hasta 4 m de altura, para alturas mayores los cálculos se realizaron con el uso del clinómetro. Se calcularon además las coberturas aérea y basal. Se realizó el cálculo del volumen de madera comercial con el método de Huber, el cual consiste en multiplicar el área de la sección media por la longitud del fuste o rama, la suma del volumen de cada uno es el volumen de madera comercial por árbol.

---

---

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### a) Municipio de Satevó

El número de puntos de muestreo fue de 18, y se desarrolló dentro de los límites de una propiedad privada. Los árboles presentaban inicio de floración al momento del muestreo (15-17 de abril de 2010). El sitio se encuentra sometido a pastoreo, los suelos son compactos por el pisoteo del ganado y los terrenos son planos predominando los pastos en el estrato herbáceo. El mezquite se encuentra mezclado con individuos de huizache chino (*Acacia schaffnerii*), uña de gato (*Mimosasp*), barreta (*Heliettasp*), hoja de navidad (*Berberistrifoliata*) y palo blanco. El estrato herbáceo se compone de hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia*), espuela de caballero (*Delphiniumgracile*), salvilla (*Fullonumcardenchadipsacus*), toloache (*Daturasp.*), cardo santo (*Onopordumsp.*), gordolobo (*Enceliasp*) y hierba del sapo (*Bidensodorata*). Las gramíneas presentes corresponden a los géneros *Bouteloua*, *Muhlenbergia*, *Heteropogon* e *Hilaria*, principalmente. Se pueden ver individuos aislados de *Opuntia violacea*.

El predio es atravesado por una corriente de carácter intermitente y en las orillas pueden verse algunos individuos aislados de *Salixbonplandiana* y en el estrato herbáceo es común la presencia de la jara de río (*Baccharissalicifolia*) y tabaquillo (*Nicotiana glauca*). Cabe resaltar la presencia de colmenas en el predio como una forma de aprovechamiento de la floración del mezquite.

La distancia media entre plantas, estimada por el método del punto cuadrante central es de  $7.74 \text{ m} \pm 3.18$ , que convertida a densidad de población equivale a 500 individuos por ha. Los árboles mostraron una altura promedio de  $3.72 \text{ m} \pm 0.70$ . La cobertura aérea de los árboles, o área que cubre la copa en promedio fue de  $24.22 \text{ m}^2 \pm 9.72$ , mientras que la cobertura basal o área de la copa que cubre la superficie del suelo en promedio fue de  $0.31 \text{ m}^2$ . El 50% de los mezquites presentaron forma arbórea, es decir un tallo principal, presentando el resto de los individuos más de dos tallos principales.

El porcentaje de individuos de interés comercial es de 68.06%. Se encontró un volumen de madera comercial por individuo promedio de  $0.86 \text{ m}^3$ , que en base a la densidad poblacional dan como resultado un volumen de madera comercial de  $275.83 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ .

Con base a los datos de cobertura aérea obtenidos y la densidad de población de mezquite el porcentaje de la superficie cubierto es del 69.03%, esto nos indica la importancia ecológica del mezquite en la reducción del impacto del agua de lluvia en el suelo.

### b) Municipio de Aldama

El número de puntos de muestreo fue de 25 y se llevó a cabo dentro de los límites de una pequeña propiedad. El sitio se caracteriza por encontrarse sobre terrenos planos con suelos

pobres en materia orgánica y que presentan costras en su superficie, lo que puede indicar la presencia de sodio y otras sales en los mismos, se presenta cierto grado de erosión en canalillos; los árboles en este sitio presentan un alto índice de goma en sus tallos y ramas debido probablemente a la presencia de plagas que perforan el cambium. Hay una cubierta herbácea muy escasa y hay presencia de mantillo bajo los árboles de mezquite.

Entre los elementos arbustivos que acompañan al mezquite se encuentran la corona de Cristo, uña de gato (*Mimosasp.*), saladillo (*Atriplexsp*) y algunos elementos de nopal violeta (*Opuntia violacea*). El estrato herbáceo es pobre y son los pastos los que predominan (*Bouteloua*, *Muhlenberghia*, *Hilaria*, *Heteropogon*).

Los individuos presentaban floración y formación de frutos al momento del muestreo (22 -23 de mayo de 2010). El área presenta suelos de profundidad media (35-50 cm) y a pesar de ser un área de pastoreo, los suelos se encuentran poco compactados. La distancia media entre árboles, estimada por el método del punto cuadrante central es de  $6.67\text{m} \pm 3.44$ , dando como resultado una densidad de población de 599 individuos por ha con una altura promedio de  $2.95\text{m} \pm 1.11$ . La cobertura aérea de los árboles, o área que cubre la copa en promedio fue de  $11.51\text{m}^2 \pm 6.65$ , mientras que la cobertura basal o área de la copa que cubre la superficie del suelo en promedio fue de  $0.84\text{m}^2$ . El 44% de los mezquites presentaron forma arbórea, es decir un tallo principal, presentando el resto de los individuos más de dos tallos principales, es decir, forma arbustiva.

El porcentaje de individuos de interés comercial es de 36%. Se encontró un volumen de madera comercial por individuo promedio de  $0.55\text{m}^3$ , que en base a la densidad poblacional dan como resultado un volumen de madera comercial de  $171.05\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ . A pesar de que en el sitio de muestreo de Satevó la densidad de población es menor que en el sitio de Aldama, la altura promedio de los individuos es mayor, esto puede deberse a que en el sitio de Satevó las condiciones climáticas sobre todo de humedad favorecen el desarrollo del mezquite, además de que los suelos presentan visiblemente mayor contenido de materia orgánica. Cabe resaltar la elevada importancia de la cobertura aérea, cuyo porcentaje es mayor del 80%, esto se debe a la extensión del dosel arbóreo cuyas copas extendidas contribuyen a minimizar la erosión tanto hídrica como eólica en el ecosistema.

## CONCLUSIONES

En Satevó se presentan los porcentajes más elevados de individuos comercialmente aprovechables y los valores de cobertura aérea más altos, se presentan copas extendidas con las características propias del mezquite, que tiende a bajar las ramas y formar un dosel cerrado

alrededor del tronco. Esta característica de crecimiento del mezquite se debe tomar en cuenta en los planes y programas de manejo que se propongan, ya que facilita la ocurrencia de incendios.

Es importante aclarar que es necesario el cálculo del peso específico de la madera de mezquite para las especies encontradas en el área, esto permitirá tener una idea precisa del volumen de carbón que pudiera elaborarse a partir del volumen de madera comercial.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Bern, Ch., R. Brozka, W. Doe, M. Easter, D. Jones, G. Senseman y W. Sprouse. 1999. Ecological monitoring on army lands. Land condition trend analysis II. Technical Reference Manual. CEMML – Colorado State University. SA. 681 p.
- Bonham, D.Ch. 1989. Measurements for terrestrial vegetation.ohn Wiley & Sons. USA. 338 p.
- Franco L.,J.; G. de la Cruz A.; A. Cruz G.; A. Rocha R.; N. Navarrete S.; G. Flores M.; E. Kato M.; S. Sánchez C.; L.G. Abarca A. y C.M. Bedia S. 1995. Manual de ecología. 2ª ed. 3<sup>a</sup> reimpresión. Ed. Trillas. México. 266 p.
- Gómez L., F. y P. Signoret., M. Ubin. 1970. Mezquites y huizaches. Instituto Mexicano de Recursos Naturales renovables. México. 192 p.
- Gómez L., F. 2008. Apuntes del Curso de Vegetación Nativa de Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. 230 p
- Meza S. R. y E. Osuna L. 2003. Estudio Dasométrico del Mezquite en la Zona de Las Pocitas, B. C. S. INIFAP, Campo Experimental Todos Santos. México. 56 pág.
- Vásquez A.,R. 1986. Inventario de vegetación. En: J.G. Medina T. y L.A. Natividad B. (comp.). Metodología de planeación integral de los recursos naturales. Serie Recursos Naturales No.3. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. p: 85 – 100.



## **CAPTURA DE ALMIDÓN EN DIFERENTES ÓRGANOS VEGETALES DE NOGAL (*Carya illinoensis* Koch) VARIEDAD WESTERN EN DOS ETAPAS FENOLÓGICAS**

**Edwin Amir Briceño Contreras<sup>1\*</sup>; Luis Manuel Valenzuela Núñez<sup>1</sup>; Guillermo González Cervantes<sup>2</sup>; Carmen Potisek Talavera<sup>2</sup>; Daniel A. Espino Castillo<sup>1</sup>; Roberto Sifuentes Rocha<sup>1</sup>; Sonia Paulina Barraza Morán<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Biológicas. Av. Universidad s/n Fracc. Filadelfia, Gómez Palacio, Durango, MÉXICO. C.P. 35010. Mail: [amir\\_320@hotmail.com](mailto:amir_320@hotmail.com).

<sup>2</sup> INIFAP Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango, MÉXICO. C.P. 35140.

### **INTRODUCCIÓN**

La nuez pecanera (*Carya illinoensis* Koch), es un frutal caducifolio de la familia Juglandaceae (Chávez *et al.*, 2009), es una especie nativa de México y Estados Unidos. Ambos países dominan la producción de nuez a nivel mundial (Puente *et al.*, 2002 citado por Orona *et al.*, 2007). En el norte de México es cultivado en condiciones de riego para su explotación comercial en regiones que presentan régimen climático de árido a semiárido (Puente *et al.*, 2002; Chávez, 2007 citado por Chávez *et al.*, 2009). En México, la superficie del nogal pecanero en condiciones de riego es de 75 mil hectáreas (SAGARPA-SIAP, 2008 citado por García *et al.*, 2009). Las primeras plantaciones de nogal en la Comarca Lagunera fueron establecidas en 1948 (SAGARPA, 2008 citado por Potisek *et al.*, 2010). El árbol de nogal alcanza una altura de 30 m y llega hasta una edad de más de 100 años produciendo (Madero, 2000).

Los carbohidratos son los productos principales de la fotosíntesis, considerados fuente de energía para el arbolado (Pallardy, 2008 citado por Martínez *et al.*, 2013). El contenido de almidón se considera el mejor indicador del nivel de carbohidratos, del estado fisiológico de los árboles y de su potencial productivo (Monselier y Goldschmidt 1982, Rasmunssen y Henry 1990, Ponchner 1992, citado por Gamboa y Marín 2012).

La concentración de reservas disminuye durante el año; se presenta una cantidad máxima de éstas al final del verano y principios de otoño; dichas reservas disminuirán durante todo el año, pues una parte será utilizada para la respiración durante el invierno, otra para el crecimiento y una más para la brotación en primavera (Valenzuela *et al.*, 2014). En árboles deciduos en invierno la raíz crece y el follaje se detiene, y en verano la raíz no crece y el follaje si (Valenzuela, 2006). El objetivo del presente trabajo de investigación fue analizar el balance de carbohidratos en almidón (mg almidón/g MS) en diferentes órganos vegetales de nogal (*Carya illinoensis* Koch) variedad Western en dos etapas fenológicas (producción y dormancia) en cuatro árboles.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicada en las coordenadas 25° 33' 22.63" LN y -103° 22 '07.77" LW en Torreón, Coahuila. El clima de la región es seco desértico con una precipitación media anual de 220 mm con una altitud de 1120 m. (INEGI, 2010).

El muestreo realizado fue de tipo sistematizado que consiste en seleccionar las muestras utilizando un orden establecido. Cuatro árboles adultos con una de edad promedio de 40 años fueron seleccionados en parcelas de 1 a 10 ha. La selección de árboles fue de forma intercalada en números pares, de la parte media de la parcela; para evitar el efecto de orilla. En cada árbol se tomaron dos muestras de c/u de los siguientes órganos (raíz, tronco, rama, crecimiento anual, hoja y fruto) estos dos últimos órganos se tomaban si estaban presentes). Las etapas fenológicas fueron: producción (agosto – noviembre) y dormancia (diciembre – febrero).

Se extrajeron diferentes órganos vegetales en cada árbol muestreado, para el caso del tronco, se extrajeron virutas con la ayuda de un taladro Pressler, en el caso de ramas se utilizó un serrucho convencional y para la raíz se utilizó un pico, las muestras fueron envueltas en papel canela, etiquetadas y colocadas en una hielera con geles refrigerantes a una temperatura de 5-10 °C esto para evitar que la temperatura de ambiente no influya en la reacción enzimática del órgano vegetativo. Posteriormente se trasladaron las muestras al Laboratorio de Biología y Ecología Forestal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango para su procesamiento y análisis bioquímico.

Análisis bioquímico: se colocó 1 ml de agua destilada a los microtubos y se colocaron al vortex durante 1 minuto. Posteriormente se procedió a hervirlas en una plancha eléctrica durante 10 minutos a 100 °C para gelatinizar el almidón. Las muestras se centrifugaron a 2500 rpm durante 2 minutos, se extrajeron 300 µl del extracto y se colocaron en nuevos microtubos. Enseguida, se añadieron 900 µl de alcohol etílico absoluto; las muestras se centrifugaron nuevamente a 10,000 rpm durante 5 minutos, para precipitar el almidón en el microtubo. Se vació cuidadosamente el alcohol del microtubo para dejar solamente el almidón precipitado y se añadió 1 ml de agua destilada. Los microtubos se colocaron en el vortex durante 3 minutos. Se colocaron a cada uno de los microtubos 50 µl de solución de yodo. Finalmente, se tomó la lectura en un espectrofotómetro a 595 nm para leer la absorbancia, usando como testigo 1 ml de agua destilada y 50 µl de yodo, con almidón de arroz como estándar.

Análisis estadístico: se realizó la prueba de Mann-Whitney diseñada para el muestreo sistematizado utilizando el programa estadístico SSPS 15.0. Los órganos vegetales se consideraron en algunas pruebas significativas con  $P < 0.05$  y en otras no.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del balance almidón en diferentes órganos vegetales muestran que existe diferencia significativa entre raíz ( $U= 7.000$ ,  $P= 0.007$ ) y tronco ( $U= 0.000$ ,  $P= 0.000$ ) y no existió diferencia significativa entre rama ( $U= 26.000$ ,  $P= 0.574$ ) y crecimiento anual ( $U= 31.000$ ,  $P= 0.959$ ) (Tabla 1). Las medias obtenidas de diferentes órganos vegetales fueron en raíz = 56.22 mg almidón/g MS, tronco= 61.52 mg almidón/g MS, rama= 32.76 mg almidón/g MS, crecimiento anual= 31.87 mg almidón/g MS, hoja= 32.63 mg almidón/g MS y fruto= 33.75 mg almidón/g MS (Tabla 2 y 3).

**Tabla 1.** Estadísticas de contraste de los órganos vegetales raíz (R), tronco (T), rama (RM), y crecimiento anual (CA) a través de la prueba de Mann-Whitney.

	R	T	RM	CA
U de Mann-Whitney	7.000	.000	26.000	31.000
W de Wilcoxon	43.000	36.000	62.000	67.000
Z	-2.626	-3.361	-.630	-.105
Sig. asintót. (bilateral)	.009	.001	.529	.916
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.007 <sup>a</sup>	.000 <sup>a</sup>	.574 <sup>a</sup>	.959 <sup>a</sup>

**Tabla 2.** Estadísticas descriptivas de la media del peso en mg almidón/g MS de los órganos vegetales raíz (R), tronco (T), rama (RM), y crecimiento anual (CA).

	R	T	RM	CA
Media	56.2256	61.5269	32.7675	31.8763
Error típ. de la media	5.38531	8.30300	.76489	.47195
Desv. típ.	21.54125	33.21198	3.05955	1.88781

**Tabla 3.** Estadísticas descriptivas de la media del peso en mg almidón/g MS de los órganos vegetales hoja (H) y fruto (F).

	H	F
Media	32.6350	33.7575
Error típ. de la media	.82152	1.44654
Desv. típ.	1.64304	2.89308

Por otra parte, los resultados obtenidos en la etapa de producción, el almidón se concentró con mayor proporción en el tronco ( $\bar{x}$ = 86.79 mg almidón/g MS) seguido por raíz ( $\bar{x}$ = 42.36 mg almidón/g MS) y en menor cantidad en rama ( $\bar{x}$ = 33.08 mg almidón/g MS) y crecimiento anual ( $\bar{x}$ = 31.85 mg almidón/g MS). Con lo que respecta a la etapa de dormancia los resultados muestran que el almidón se concentró en mayor proporción en la raíz ( $\bar{x}$ = 70.08 mg almidón/g MS) seguido por tronco ( $\bar{x}$ = 36.26 mg almidón/g MS) y en menor cantidad en rama ( $\bar{x}$ = 32.44 mg almidón/g MS) y crecimiento anual ( $\bar{x}$ = 31.89 mg almidón/g MS) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Estadísticas descriptivas de la media del peso en mg almidón/g MS de los órganos vegetales raíz (R), tronco (T), rama (RM), y crecimiento anual (CA) en dos etapas fenológicas a través de la prueba de Mann-Whitney.

	Producción				Dormancia			
	R	T	RM	CA	R2	T2	RM2	CA2
Media	42.368	86.792	33.086	31.860	70.082	36.261	32.448	31.892
Error típ. de la media	2.9409	10.470	.93162	.51083	7.7963	1.8561	1.2690	.83281
Desv. típ.	8.3181	29.614	2.6350	1.4448	22.051	5.2500	3.5893	2.3555
	8	5	3	0	5	3	8	5
	2	17			2	7	2	
	9	11	3	3	33	5	4	5

Según (Kozlowsky *et al.*, 1997 citado por Gamboa y Marín 2012) en árboles leñosos, las raíces parecen ser el órgano donde se acumula la mayor cantidad de carbohidratos de reserva en el periodo previo a la floración, que se consumen en el desarrollo de flores y fruto y durante nuevos episodios de crecimiento vegetativo, esto coincide con nuestros resultados al ser el nogal un árbol leñoso, es en el tronco donde se acumula la mayor cantidad de almidón durante la etapa fenológica de producción ( $\bar{x}$ = 86.79 mg almidón/g MS) seguido por la raíz ( $\bar{x}$ = 42.36 mg almidón/g MS), que es cuando el árbol está en su punto más alto de producción de fruto.

Con respecto a la etapa fenológica de dormancia, según Larcher (1980) citado por Martínez *et al.* (2013) dan a conocer que los árboles caducifolios, durante la etapa de dormancia, las raíces y los tallos alcanzan el máximo valor de almacenamiento de reservas. Por lo tanto, los datos obtenidos en este estudio coinciden con lo anterior, ya que la raíz alcanzó el máximo valor de almacenamiento de reservas ( $\bar{x}$ = 70.08 mg almidón/g MS) y en menor proporción el crecimiento anual ( $\bar{x}$ = 31.89 mg almidón/g MS).

Por otra parte, Valenzuela (2006) menciona que en árboles deciduos en invierno la raíz crece y el follaje se detiene, y en verano la raíz no crece y el follaje si, y nuestros resultados muestran que efectivamente la raíz en la etapa de dormancia es la que tiene mayor concentración de almidón ( $\bar{x}$ = 70.08 mg Almidón/g MS). Con lo que respecta a la etapa de producción, la raíz presenta una disminución en concentración de almidón ( $\bar{x}$ = 42.36 mg almidón/g MS).

### CONCLUSIÓN

La finalidad de este estudio fue evaluar el balance de almidón en diferentes órganos vegetales de nogal en dos etapas fenológicas (producción y dormancia). Se observó que el tronco en la etapa de producción presentó mayor concentración de almidón con respecto a la etapa de dormancia. En el caso de la raíz se observó que en la etapa de dormancia se presenta mayor concentración de almidón que en la etapa de producción.

Por otra parte, el almidón disminuye durante el año en diferentes órganos vegetales, pues una parte será utilizada para la respiración durante el invierno, otra para el crecimiento y una más para la brotación en primavera.

### BIBLIOGRAFIA

- Chávez E., González J.J., Valenzuela L., Potisek Ma. C., González G. 2009. Morfología, índice y densidad estomática en plántulas de nogal pecanero cultivadas bajo tres niveles de radiación solar. AGROFAZ VOLUMEN 9 NÚMERO 3 NOVIEMBRE 2009. Pp. 85-90.
- Gamboa J., Marín W. 2012. Fenología, producción y contenido de almidón en árboles de mango en Guanacaste, Costa Rica. Agronomía mesoamericana 23(1):81-91. 2012.
- García J., Orona I., González G., Valdéz R., Murillo B., Troyo E., Fortis M., Segura M. 2009. Interacciones nutrimentales y normas de diagnóstico de nutrimento compuesto en nogal pecanero (*Carya illinoensis*). Revista Chapingo serie horticultura 15(2): 141-147, 2009. P 141-147.
- Madero E. 2000. La nuez de pecán. Programa de estudios fenológicos – Proyecto PROPECÁN – INTA Delta 2000. Idia XXI. Pp. 78-82.
- Martínez T., Plascencia F., Islas L. 2013. La relación entre los carbohidratos y la vitalidad en árboles urbanos. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 19, núm. 3, septiembre-diciembre, 2013, pp. 459-468.
- Orona I., Espinoza J., González G., Murillo B., García J., Santamaría J. 2007. Aspectos técnicos y socioeconómicos de la producción de nuez (*Carya illinoensis*) en la Comarca Lagunera. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Revista Mexicana de Agronegocios. Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria A.C. México, vol. XI, núm. 20, enero-junio, 2007, pp. 299-307.
- Potisek Ma. C., González G., Valenzuela N., González J.J., Velásquez M. 2010. Respuesta del desarrollo y calidad de plantas de nogal pecanero a la fertilización nitrogenada bajo condiciones de invernadero. AGROFAZ VOLUMEN 10 NÚMERO 3 NOVIEMBRE 2010. Pp. 191-197.
- Valenzuela L. 2006. Comparaison interspécifique de la dynamique saisonnière de composés azotés et carbonés chez le chêne sessile (*Quercus petraea* Matt. Liebl), le chêne pédonculé (*Quercus*

*robur* L.) et le hêtre (*Fagus sylvatica* L.) aux stades juvéniles et adultes: Effet de la défoliation et de la lumière sur la gestion des réserves. Tesis Doctoral. Pp. 1-132.

Valenzuela L., Maillard P., González J., González G. 2014. Balance de carbohidratos en diferentes compartimentos vegetales de encino (*Quercus petraea*) y haya (*Fagus sylvatica*), sometidos a defoliación y sombra. Revista Chapingo serie zonas áridas. VOL XIII. NUM. 1 ENERO-JUNIO 2014 p. 33-38.

---

---

## ANÁLISIS DE PROTEÍNAS EN EL NOGAL *Caryaillinoensis* Koch EN DOS ETAPAS FENOLÓGICAS PRODUCCIÓN - DORMANCIA EN LA COMARCA LAGUNERA.

Daniel Alejandro Espino-Castillo<sup>1</sup>, Luis Manuel Valenzuela Nuñez<sup>1</sup>, Guillermo Gonzalez Cervantes<sup>2</sup>, Amir Briceño Contreras<sup>1</sup>, Roberto Sifuentes Rocha<sup>1</sup>, Sonia Paulina Barraza Moran<sup>1</sup>, Carmen Potisek Talavera<sup>2</sup>

Facultad de Ciencias Biológicas-UJED Av. Universidad s/n Fracc. Filadelfia, Gómez Palacio, Durango. C. P. 35010<sup>1</sup>, Mail: daniel\_alek16@hotmail.com INIFAP CENID- RASPA km. 6.5 Margen Derecho Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. C. P. 35040.<sup>2</sup>

### INTRODUCCIÓN

El nogal pecanero, *Caryaillinoensis* Koch, es una especie frutal perteneciente al grupo de las nueces; miembro de la familia Juglandaceae, la misma del nogal común (*Junglans regia*). Es nativa del sur de Estados Unidos, extendiéndose por Texas y Norte de México en los estados de Chihuahua, Coahuila, Tamaulipas y Nuevo León.

Las primeras plantaciones de nogal en la Comarca Lagunera fueron establecidas en 1948 y actualmente el valor de la producción de nuez ocupa el primer lugar entre los frutales de la región, con un valor de la producción de 182.4 millones de pesos (SAGARPA, 2003). La superficie sembrada en la Comarca en 2003 fue de 5534 ha con una producción de 7600 t.

Actualmente una de las grandes preocupaciones de los productores de nogal pecanero es relacionada con la nutrición vegetal. En particular, el nitrógeno (N), es el nutriente más demandado por las plantas, y por lo tanto, se convierte en un factor limitante para el desarrollo y crecimiento óptimo de las mismas.

En el nogal pecanero la fertilización nitrogenada es esencial para aumentar la producción y mejorar la calidad, pero debe de estar bien balanceada, ya que el nitrógeno altera la composición de las plantas mucho más que cualquier otro nutriente mineral, pudiendo modificar el contenido de azúcares, contenido de proteínas y almacenamiento de lípidos o aceites (Marschner, 1986).

El nitrógeno constituye parte esencial de ácidos nucleicos y proteínas de las plantas, por ello es tan abundante en las plantas y esencial para el establecimiento de nuevas estructuras celulares, metabólicas y de codificación genética; su falta produce disminución del crecimiento y una movilización de las proteínas de reserva y estructurales y al no haber más presenta síntomas de deficiencia (Baker, 1983).

El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento de las proteínas en diferentes órganos del nogal *Caryaillinoensis Koch* en dos etapas fenológicas diferentes producción – dormancia en el campo experimental de la Narro UAAAN.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UAAAN. Con coordenadas 25° 33' 22.95" LN y 103° 22 '7.85" LO en Torreón, Coahuila, el clima de la región es seco desértico con una precipitación media anual de 220 mm con un altitud de 1120 msnm.

El tipo de método de muestreo realizado consistió en un muestreo sistematizado el cual consistió en seleccionar las muestras utilizando un orden establecido.

Se seleccionaron 4 árboles adultos por parcela los cuales cuentan con una edad media de 40 años estos se encontraban en parcelas de 1 a 10 ha. Los árboles se seleccionaron de forma intercalada en números pares en el centro de las parcelas esto para evitar el efecto de borde u orilla.

A cada árbol se le tomaron dos muestras por cada órgano del árbol, raíz, tronco, rama, crecimiento anual, hojas y almendras solo para la etapa de producción ya que en la etapa fenológica dormancia no hay presencia de hojas y frutos para el caso de las muestras de tronco y rama se utilizó un taladro Pressler, en el caso de las ramas un serrucho convencional y para la raíz un pico y navaja, las muestras fueron envueltas en papel canela etiquetadas y colocadas en un hielera con geles refrigerantes a una temperatura de 5 a 10 °C. Una vez tomadas las muestras se trasladaron al Laboratorio de Biología y Ecología Forestal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango para su procesamiento y análisis bioquímico.

### **Análisis Bioquímico.**

#### **Determinación de proteínas solubles.**

Para la determinación de la concentración de proteínas en las muestras, se pesaron 10 mg de materia en una balanza analítica en microtubos de 2 ml, se realizó una solución de extracción de proteínas 0.1 M ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  y PVP), a la muestra de los microtubos se le coloco un balín de acero y se le agrego 1 ml de la solución de extracción, se realizó un agitación en el Vortex por 10 min para que se rompieran las paredes celulares, se centrifugó a 10,000 rpm a 4 °C en una centrifuga con refrigeración por 15 minutos, enseguida se extrajeron 500 µl de cada microtubo y se colocaron en las celdillas para espectrofotómetro, a las que se le agregaron 500



µl de la solución Quickstart Bradford, se agitaron y se dejaron reposar por 5 minutos para posteriormente realizar las lecturas de absorbancia a una longitud de onda de 595 nm.

### Análisis Estadístico.

Se realizó un análisis estadístico de la prueba de Mann-Whitney, diseñada para el muestreo sistematizado con ayuda del programa estadístico PASW Statistics 18.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de análisis de las proteínas de los diferentes órganos en las dos etapas fenológicas muestran que hay diferencia significativa en la raíz entre etapas fenológicas ( $U=11,000$ ,  $P=,027$ ) y no existe diferencia significativa entre los demás órganos tronco, rama y crecimiento anual del nogal *Carya illinoensis Koch* en las etapas fenológicas, ( $U=21,000$ ,  $P=,248$ ), ( $U=16,000$ ,  $P=,093$ ), ( $U=16,000$ ,  $P=,092$ ) respectivamente. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Estadísticos de contraste de los órganos vegetales Raíz (R), Tronco (T), Rama (R), y crecimiento anual (CA) a través de la prueba de Mann-Whitney

	Raíz	Tronco	Rama	CA
U de Mann-Whitney	11,000	21,000	16,000	16,000
W de Wilcoxon	47,000	57,000	52,000	52,000
Z	-2,207	-1,155	-1,682	-1,685
Sig. asintót. (bilateral)	,027	,248	,093	,092
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,028 <sup>a</sup>	,279 <sup>a</sup>	,105 <sup>a</sup>	,105 <sup>a</sup>

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: EtapaFenologica

Las medias obtenidas en los diferentes órganos vegetales fueron, Raíz= 32,5288 mg proteínas/gMS, Tronco= 28,5806 mg proteínas/gMS, Rama= 31,2781 mg proteínas/gMS, CA= 32,9319 mg proteínas/gMS, Hoja= 51,7525 mg proteínas/gMS, Fruto= 64,3888 proteínas/gMS, respectivamente. (Ver tabla 2 y 3)

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de la media del peso en mg Proteínas/g MS de los órganos vegetales Raíz (R), Tronco (T), Rama (R), y crecimiento anual (CA), en las dos etapas fenológicas, producción y dormancia.

	Raíz	Tronco	Rama	CA
N Válidos	16	16	16	16
Media	32,5288	28,5806	31,2781	32,9319
Error típ. de la media	1,70053	1,45017	4,62177	3,00164
Desv. típ.	6,80212	5,80070	18,48707	12,00657

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la media del peso en mg proteínas/g de Ms de los órganos vegetales Hoja (H) y fruto (F)

	Hoja	Fruto
Media	51,7525	64,3888
Error típ. de la media	3,22839	33,87151
Desv. típ.	9,13126	95,80311

En lo que respecta a la etapa de producción las medias obtenidas de mg de proteínas/g MS en los diferentes órganos fueron los siguientes Raíz=28,7888mg de proteínas/g MS, Tronco=26,2450mg de proteínas/g MS, Rama= 31,2313mg de proteínas/g MS, CA= 26,5875mg de proteínas/g MS. Respectivamente. En lo que respecta a la etapa fenológica dormancia la concentración de proteínas fue más elevada que en la etapa de producción sin embargo solo fue significativa en el órgano vegetal de la raíz los resultados de las medias de la etapa de dormancia fueron los siguientes, Raíz= 36,2688mg de proteínas/g MS, Tronco= 30,9163mg de proteínas/g MS, Rama= 31,3250mg de proteínas/g MS, CA= 39,2763 de proteínas/g MS(Ver Tabla 4).

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la media del peso de mg proteínas/g MS de los órganos vegetales Raíz (R), Tronco (T), Rama, (R) y Crecimiento anual (CA) en dos etapas fenológicas Producción y Dormancia.

	Producción				Dormancia			
	Raíz	Tronco	Rama	CA	Raíz	Tronco	Rama	CA
Media	28,788 8	26,2450	31,2313	26,5875	36,268 8	30,9163	31,325 0	39,27 63
Error típ. de la media	2,2004 7	2,21262	9,36968	4,92518	1,8854 5	1,59955	1,9376 6	1,689 94
Desv. típ.	6,2238 8	6,25824	26,50144	13,9305	5,3328 2	4,52422	5,4805 3	4,779 88

Valenzuela (2006) menciona que en los arboles deciduos en invierno la raíz crece y el follaje se detiene y en lo que respecta al verano la raíz no crece y el follaje si, los resultados obtenidos en este trabajo muestran que la raíz en la etapa de dormancia fue el órgano vegetal en el que hubo la mayor concentración de proteínas ( $X=36,2688$ ) y en lo que respecta a la etapa de producción disminuyó la concentración de proteínas en raíz ( $X= 28,7888$ ).

Por otra parte (Barbaroux *et al.*, 2003) menciona que las proteínas se concentran más y tienen mayor demanda en los órganos vegetales raíz y crecimiento anual para el crecimiento de la planta, los resultados obtenidos en este trabajo concuerdan con los resultados obtenidos por (Barbaroux *et al.*, 2003) al encontrarse la mayor cantidad de proteínas en la raíz.

### CONCLUSIONES

La finalidad de este trabajo fue ver el análisis de proteínas en dos etapas fenológicas producción – dormancia, se observó que hubo un mayor concentración de proteínas en la etapa fenológica dormancia que en la de producción, estas proteínas almacenadas en la dormancia son utilizadas por la planta para la reactivación del crecimiento vegetal en la primavera.

### BIBLIOGRAFIA

- Baker, D. A., 1983. Metal and Micronutrients: Uptake and Utilization by Plant, D.A. Robb y W.S. Pierpoint, Editores, Academic Press. London, Pág. 343.
- Barbaroux C. 2002. Analyse et modelisation des flux de carbone de peuplements forestiers pour la compréhension de la croissance de deux espèces feuillues *Quercus patrea* et *Fagus sylvatica* Thèse de l'Université Henri Poincaré Nancy 1. Nancy, France.
- Bradford M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dry binding. *Anal. Biochem.* 72: 248 – 254
- Brison, F. R. 1976. Cultivo del nogal pecanero. SAG CONAFRUT. México. pp 227-255.
- Langheinrich u., Tischner R. 1991. Vegetative storage proteins in poplar: Induction and characterization of a 32- and a 36-kilodalton polypeptide. *Plant Physiology* 97 (3): 1017-1025

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2003. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria para la Región Lagunera Coahuila-Durango. Cd. Lerdo, Durango. Disco Compacto.
- Sukhatme P., V. and Balkrishna V, S. 1970. Sampling theory.
- Staswick, P.E. 1994. Storage proteins of vegetative plant tissue. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 45: 303-322.
- Valenzuela Nunez, L. 2006. Comparaison interspécifique de la dynamique saisonnière de composés azotes et carbonés chez le chêne sessile (*Quercus petraea* Matt. Liebl.), le chêne pédonculé (*Quercus robur* L.) et le hêtre (*Fagus sylvatica* L.) aux stades juvéniles et adultes ; effet de la défoliation et de la lumière sur la gestion des réserves. PhD thesis, Henri Poincaré University, Nancy, France, 141 p.

## COMPARACIÓN DE PRODUCCIÓN DE AMINOÁCIDOS EN *Caladium bicolor* CON PRODUCTOS ORGÁNICOS Y FITOHORMONAS EN DOS ETAPAS FENOLÓGICAS

**<sup>1</sup>Roberto Sifuentes-Rocha, <sup>1</sup>Luis Manuel Valenzuela-Núñez, <sup>2</sup>Guillermo Gonzalez Cervantes, <sup>1</sup>Daniel Alejandro Espino-Castillo, <sup>1</sup>Edwin Amir Briceño-Contreras, <sup>1</sup>Sonia Barraza Moran, <sup>2</sup>Carmen Potisek Talavera**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Biológicas – UJEDAv. Universidad s/n, Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio Dgo. C. P. 35010 <sup>2</sup>INIFAP CENID-RASPA Km. 6.5, Margen Derecho Canal Sacramento, Gomez Palacio, Dgo. C. P. 35100

### INTRODUCCIÓN

Los aminoácidos son de vital importancia en el metabolismo de los seres vivos, desde su condición de ser las unidades estructurales de las proteínas; intervienen en la regulación endógena de crecimiento y desarrollo vegetal. Los aminoácidos son sintetizados por las plantas a partir del nitrógeno absorbido en forma de nitrato o amonio presente en el suelo (las leguminosas además utilizan el nitrógeno atmosférico como fuente en la síntesis de aminoácidos), dicho proceso supone un gasto energético por parte de la planta y para evitar este gasto se recomienda la aplicación directa de aminoácidos (Handreck, 1992).

Los aminoácidos se caracterizan por ser capaces de permitir el torrente circulatorio de la planta evitando un gasto energético y formando parte de las plantas, la incorporación de los aminoácidos puede producirse por dos vías: la radicular que en condiciones naturales es el mecanismo más utilizado por la plantas para el ingreso de aminoácidos libres en el suelo por medio de difusión y ser absorbidos por las células epidérmicas y por el parénquima cortical de la raíz. Si la aplicación es foliar se produce una penetración de la solución a través de los estomas hasta el apoplasto foliar y posterior mente trasladado al resto de los órganos y parte de la planta (Chen, 1996).

La síntesis de aminoácidos es costosa para las plantas en relación al requerimiento energético que precisan. Este gasto de energía es especialmente importante en momentos en los cuales la fisiología de la planta no es óptima, como puede ser en el caso de golpes de calor o frío, enfermedades o estrés hídrico. Además, está demostrado que las plantas sometidas a cualquier tipo de estrés, necesitan incrementar el contenido total de aminoácidos libres para soportar dicha situación. Esto, lo hacen a costa de disminuir la formación de proteínas, lo que provoca una reducción en la tasa de crecimiento de éstas. Para la obtención de aminoácidos lo más aconsejables son fertilizantes de origen vegetal, ya que contienen los aminoácidos que emplean las plantas en las concentraciones usuales en ellas (Zhu, 1993). Por todo lo anterior se evaluó la producción de aminoácidos en plantas de *Caladium bicolor* con la utilización de productos orgánicos y fitohormonas en dos diferentes etapas fenológicas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del sitio experimental.

Los experimentos se realizaron para la etapa de dormancia entre los meses agosto-diciembre y el periodo vegetativo de marzo-diciembre 2012-2013 respectivamente, en las instalaciones del invernadero ubicado en el fraccionamiento "Las Trojes", carretera antigua Torreón - San Pedro Km. 5 en Torreón, Coahuila. 25°32'40" N y 103°26'30" O.

### Área experimental y distribución de tratamientos.

El área experimental estuvo conformada por 25 macetas por tratamiento (repeticiones), en dos experimentos.

Cuadro 1. Tratamientos de productos orgánicos. Cuadro 2. Tratamientos de hormonas.

Tratamiento	Dosis de Producto orgánico	Tratamiento	Producto hormonal
T1 (Testigo)	0	T1 (Testigo)	0
T2	4 ml.	T2	30 ml l <sup>-1</sup> Auxinas
T3	8 ml.	T3	30 ml l <sup>-1</sup> Citocininas
		T4	30 ml l <sup>-1</sup> Auxinas + 30 ml l <sup>-1</sup> Citocininas

### Siembra y aplicación de tratamientos.

La siembra de los tubérculos de *Caladium bicolor* se llevó a cabo en el mes de agosto para productos orgánicos y septiembre para productos hormonales, en sustrato Peatmoss®, en la maceta de plástico color negro con un volumen de 11, 000.00 cm<sup>3</sup> a una profundidad de 10 cm. La aplicación de los tratamientos de los productos orgánicos y hormonales se realizaron a los 8 días después de la siembra respectivamente. Los tratamientos se aplicaron de manera manual, disolviendo la sustancia estudiada en un litro de agua para cada maceta.

### Metodología para determinar el fenotipo.

Comparación fisiológica de plantas de *C. bicolor* entre tratamientos para determinar el fenotipo con una carta de colores de tejido vegetal MUNSELL - guía botánica.

### Metodología de laboratorio.

Se colectaron tres plantas por tratamiento en la zona experimental, posteriormente se transportaron al laboratorio de Facultad de Ciencias Biológicas-UJED para su lavado., fragmentación (hoja, tubérculo, raíz), se colocaron las muestras en bolsas de aluminio con perforaciones y su etiqueta respectiva, se colocaron en una nevera para congelar con nitrógeno líquido y seguido de eso colocarlas en un ultra congelador para su conservación, después se

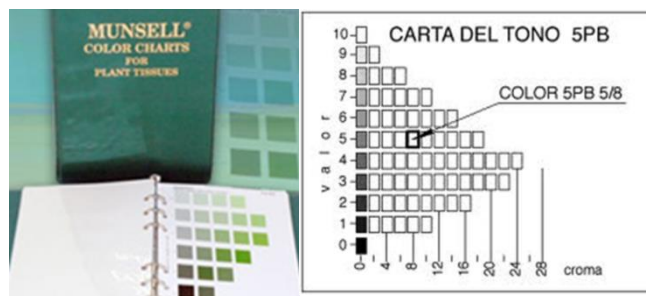
lío filizaron las muestras para ser molidas y obtener una muestra de 10 mg y realizar las pruebas Bioquímicas para aminoácidos utilizando la técnica establecida por Yemm y Cocking, (1995).

### Metodología para calcular mg de compuesto (aa-A)/ mg MS

Se realizó una curva de calibración de aminoácidos utilizando la Leucina como estándar para calcular la concentración de mg de aa/g MS. Obteniendo el modelo  $Y = 0.0651x - 0.0044$   $R = 0.99$

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar y registrar el color de las plantas de *C. bicolor* se utilizó la Carta de Color para Tejidos Vegetales 2.5 R de MUNSELL - Guía Botánica.



Fenología obtenida entre los tratamientos orgánicos y fitohormonas.

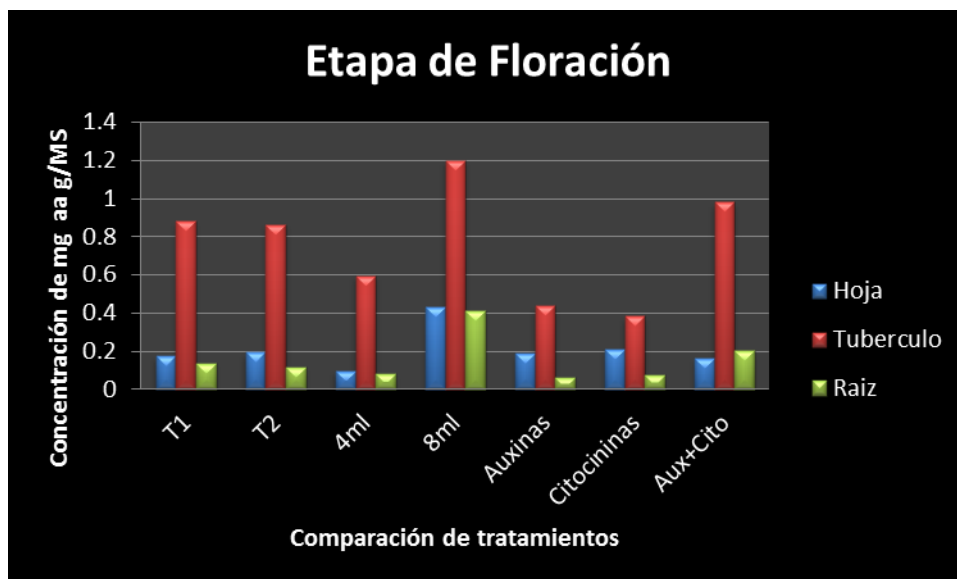


Figura 1.- Grafica de comparación de la concentración de aminoácidos y efecto de aplicación de fitohormonas y fertilizantes orgánicos en tres estructuras de plantas de *C. bicolor*.

Para la etapa de floración no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la concentración de aminoácidos presentes en la hoja de *C. bicolor* ( $F = 1.853$ , g.l. = 6, 14;  $P = 0.160$ ), y en la raíz de *C. bicolor* ( $F = 2.507$ , g.l. = 6, 14;  $P = 0.073$ ), a diferencia del tubérculo donde si hubo diferencia significativa entre el tratamiento T-8ml con el resto de los demás en cuanto a la concentración de aminoácidos ( $F = 3.983$ , g.l. = 6, 35;  $P = 0.004$ ). La descripción estadística se encuentra en las siguientes Tablas para cada uno de los órganos analizados.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de la cantidad de concentración de mg aa/g MS en hoja de *Caladium bicolor*.

Hoja		
N	Válidos	21
	Perdidos	0
Media		.20900
Error t <sub>íp.</sub> de la media		.033375
Desv. t <sub>íp.</sub>		.152944
Mínimo		.014
Máximo		.730

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de la cantidad de concentración de mg aa/g MS en tubérculo de *Caladium bicolor*.

Tubérculo		
N	Válidos	42
	Perdidos	0
Media		.58760
Error t <sub>íp.</sub> de la media		.071490
Desv. t <sub>íp.</sub>		.463308
Mínimo		.072
Máximo		2.012

Tabla 3. Estadísticas descriptivas de la cantidad de concentración de mg aa/g MS en raíz de *Caladium bicolor*.

Raíz		
N	Válidos	21
	Perdidos	0
Media		.15576
Error t <sub>íp.</sub> de la media		.035605
Desv. t <sub>íp.</sub>		.163165
Mínimo		.013
Máximo		.741



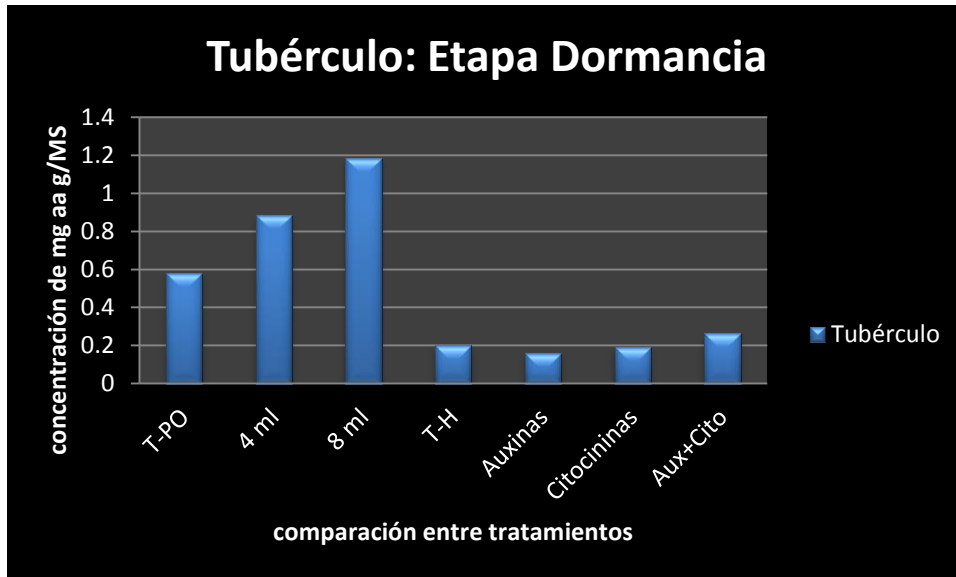


Fig. 2.- Grafica de comparación de la concentración de aminoácidos y efecto de aplicación de fitohormonas y fertilizantes orgánicos en una estructura de la planta de *C. bicolor*.

Hubo diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a la concentración de aminoácidos presentes en el tubérculo de *C. bicolor* ( $F = 4.274$ , g.l. = 6, 14;  $P = 0.012$ ). el análisis descriptivo está presente en la siguiente Tabla.

Tabla 6. Estadísticas descriptivas de la cantidad de concentración de mg aa/g MS en tubérculo de *C bicolor*.

Tubérculo		
N	Válidos	21
	Perdidos	0
Media		.49743
Error típ. de la media		.108888
Desv. típ.		.498989
Mínimo		.072
Máximo		2.012

Las concentraciones más significativas se obtuvieron en la estructura del tubérculo de *Caladium bicolor* con el tratamiento orgánico T-8ml en la etapa de dormancia, concordando con lo establecido por Zhu (1993) que menciona que los fertilizantes de origen vegetal ya que contienen los aminoácidos que emplean las plantas en concentraciones en ellas, si se provee de estos productos a las plantas se evita un gasto energético importante para la planta, o bien

se pueden incorporar aminoácidos de forma directa como lo menciona Handreck (1992) para disminuir el gasto energético que se puede presentar cuando este rebrote y produzca nuevo follaje, ya que en esta etapa no se encuentra con óptimas condiciones por el desgaste energético tal y como lo menciona Chen (1996).

### **CONCLUSIONES**

El uso de fertilizantes orgánicos es una buena alternativa para su implementación ya que provee a las plantas de los elementos esenciales como aminoácidos que estas puedan requerir por sus cuestiones fisiológicas, ecológicas o biológicas y de esa forma aportar sustento en el desgaste energético para una pronta producción de follaje, fruto o semilla que la planta produzca.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Chen, L., Dick, W.A., Streeter, J.G., Hoitink, H.A.J., 1996. Ryegrass utilization of nutrients released from composted biosolids and cow manure. *Compost Sci. Util.* 4(1): 73-83.
- Handreck, H., 1992. Rapid assessment of the rate of nitrogen immobilization in organic components of potting media II. Nitrogen drawdown index and plant growth. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23(34): 217-230.
- Horsfall, M. Jnr and SPIFF, A.I. Adsorption of metal ions from mixed metal solutions on *Caladium bicolor* (wild cocoyam) biomass surface. *Journal of Corrosion Science and Technology*, 2004a, vol. 2, p. 12-18.
- Zhu, Y., S. Yazawa and T. Asahira. 1993. Varietal differences in leaf color variation of plants regenerated from in vitro culture of leaf blade in *caladium* cultivars. *J. Japanese Society Hort. Sci.* 62(2): 431-435.
- Yemm E. W. Cocking e. C. 1955. the determination of amino-acids with ninhydrin *Analyst* 80: 209-213.

## **DETERMINACIÓN NUTRICIONAL EN NIÑOS DE SIETE COMUNIDADES RURALESTEPEHUANAS DEL MUNICIPIO DEL MEZQUITAL DURANGO**

**Martínez PR, Núñez MOG, Torres MJA, Calderón ZMG, Ibarra FM, Jara GLJ, Reséndiz PF**

<sup>1</sup>Agencia de Desarrollo Canatlán Nuestra Tierra A.C.  
[ruthmar\\_1@hotmail.com](mailto:ruthmar_1@hotmail.com) Tel. 8119291

### **INTRODUCCIÓN**

En el estado de Durango existen varios grupos étnicos, uno de estos grupos son los Tepehuanos del sur, que habitan una parte de la Sierra Madre Occidental principalmente dentro del municipio del Mezquital. Ellos constituyen a su vez el grupo indígena más numeroso del Estado. El lugar que habitan se caracteriza por que la topografía presentacerriles y lomeríos altos quebrados con pendientes de 20 a 50%, la altura se encuentra entre los 1,900 hasta más de 2,600 msnm, el tipo de vegetación predominante es Bosque Aciculi-Esclerofilo y el clima es distinto según la región dominando los bosques de declive al pacífico que es semicálido subhúmedo con lluvias en verano (A) C(w<sub>1</sub>) y (A) C(w<sub>2</sub>); las temperaturas medias anuales se encuentra entre los 18 y 22 °C, respectivamente, así mismo en condiciones normales la precipitaciones en la montaña promedian desde los 800 a los 1200 mm al año (COTECOCA. 1979). Los asentamientos Tepehuanos se caracterizan por conformar grupos de viviendas dispersas, cada vivienda consiste en uno o dos cuartos edificadas de adobe o madera. En lo que respecta a las condiciones de laproducción en estas comunidades, el sistema de producción agrícola es de subsistencia debido a las características del suelo. Ellos cultivan maíz de temporal principalmente; en los últimos años el gobierno a implementado diferentes programas para mejorar la nutrición de las familias Tepehuanas, uno de estos desde hacedos años es el programa PESA-SAGARPA, el cual se instrumenta con la intervención de Agencias de Desarrollo Rural, El proyecto estratégico para la seguridad alimentaria (PESA), tiene como principal objetivo mejorar la seguridad alimentaria y contribuir a la reducción de la pobreza en zonas de alta marginación, el programa en México es promovido por la FAO (SAGARPA, 2014). En el caso particular de la ADR Canatlán Nuestra Tierra A.C., se ha trabajado en el desarrollo de capacidades para que se optimicen los recursos y se aprovechen oportunidades que brindan las condiciones de la zona, en ese sentido, las familias atendidas reciben proyectos productivos agrícolas como lo son huertos familiares de hortalizas y frutales principalmente de manzanos, también proyectos pecuarios como son aves de corral, ovinos, caprinos y bovinos. En las comunidades indígenas de México, la desnutrición infantil tiene gran repercusión sobre la mortalidad infantil. En un estudio de desnutrición infantil en el medio rural mexicano se concluyó

que la desnutrición sigue siendo un problema grave, y que sigue afectando a los lugares donde la prevalencia es de grupos indígenas (Ávila *et al.*, 1998). En un trabajo de desnutrición con niños Tarahumaras, donde se pudo observar que el grupo con mayor afectación por desnutrición corresponde a los niños de 12 a 23 meses mostrando mayor incidencia en los hombres que en las mujeres (Monárrez y Martínez, 2000). En México la forma adecuada de analizar la información de las mediciones antropométricas es con la norma 031 de la secretaría de salud (NOM-031-SSA2.1999). Por lo anterior, al igual que la OMS, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 1995, 1998), el indicador peso para la edad (p/e) como el estimador más eficiente de la prevalencia actual de desnutrición en los niños y niñas menores de cinco años, con fines de comparación internacional, nacional, local, diacrónica y longitudinal (Diego y Vizcarra, 2009).

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La agencia de desarrollo rural Canatlán Nuestra Tierra A.C., se encuentra dando soporte y asistencia técnica a 39 comunidades indígenas Tepehuanas en el municipio del Mezquital Durango, las cuales agrupa en dos microrregiones para facilitar la aplicación de la metodología del programa. Para este trabajo del total de las comunidades se seleccionaron siete, en base a su importancia de sustentabilidad en servicios básicos como lo son adquisición de alimento, agua, electricidad y educación. Las comunidades que se encuentran dentro de la microrregión Charcos son las Ciénega del Oso, Ciénega de Mirasoles y Soledad y la Silla; y dentro de la microrregión Guajolota que son las comunidades Candelaria, Mesa de las Vacas, Guajolota y Santa María de Ocotán,. Se tomó información de 83 niños menores de cinco años, de los cuales son 44 niños y 39 niñas, es el 90% de las familias muestreadas reciben un beneficio de los programas PESA y por parte de los programas de la delegación SEDESOL. Para la toma de las mediciones estas se realizaron del 15 al 18 de mayo de 2014 para la microrregión Guajolota; y del 13 al 18 de agosto de 2014 para la microrregión charcos, donde se convocó a las beneficiarias a que se reunieran en el salón de juntas de cada comunidad. Las mediciones antropométricas fueron tomadas por personal de la ADR, especialista en nutrición. Para la obtención del peso se utilizó una báscula Microlife con capacidad de 120 kg., calibrada en cada medición. En la obtención de la altura se usaron infantómetros de madera y aluminio con precisión de 1 mm, cuando los niños median menos de 60 cm; y la cinta métrica marca Lufkin para los de más de 60 cm. En su totalidad la edad se obtuvo a partir de la cartilla de vacunación o el acta de nacimiento. Para evaluar el estado nutricional de los menores se

consideraron los indicadores peso/edad, peso/talla y talla/edad recomendados por la norma oficial mexicana NOM-031-SSA2-1999, OMS. El punto de corte para establecer la desnutrición fue en unidades de desviaciones estándar (D.E.). Para peso para la edad (peso/edad): - 3 (D.E.) desnutrición severa; - 2 (D.E.) desnutrición moderada; - 1 (D.E.) desnutrición leve; la mediana da el peso normal; +1 (D.E.) sobrepeso y; +2 (D.E.) Obesidad. Para el indicador talla para la edad (talla/edad): - 2 (D.E.) se obtiene talla baja; - 1 (D.E.) ligeramente baja; la mediana da el estado normal; +1 (D.E.) ligeramente alta y; +2 (D.E.) Alta. En tanto que para el indicador peso para la talla (peso/talla): - 3 (D.E.) indica desnutrición severa; - 2 (D.E.) desnutrición moderada; - 1 (D.E.) desnutrición leve; la mediana da lo normal; +1 (D.E.) sobrepeso y; +2 (D.E.) Obesidad (Diego y Vizcarra, 2009).

La información se capturó en una base de datos. Se calcularon los índices antropométricos peso/edad, peso/talla, y talla/edad. En el proceso de la información se utilizó **InfoStat (InfoStat, 2014).** Para el conjunto de datos se utilizó un análisis Multivariado para analizar simultáneamente conjuntos de variables medidas para cada individuo u objeto estudiado (Salvador, 2000).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 1 y Figura 1 se muestran los resultados por localidad, para los indicadores talla para la edad (t/e), peso para la talla (p/t) y peso para la edad (p/e). Una vez agrupados los resultados de las mediciones antropométricas para el índice t/e por comunidades se observó que las comunidades de Ciénega de Mirasoles, Ciénega del Oso y Mesa de las Vacas están en el rango 3, lo que nos indica que hay una desnutrición aguda. En cuanto a las comunidades de Candelaria y Santa María Ocotán, los resultados nos indican que se encuentran por debajo de los estándares normales al encontrarse dentro de 2.5 y 2.3 respectivamente. En cuanto al indicador p/t indica el estado que los niños presentan con respecto a su propio peso y estatura, por lo que este indicador es positivo para todas las comunidades, dado que está por debajo del peso y también bajos de talla, por consiguiente el indicador arroja que es positivo. Para el indicador p/e las comunidades que se encuentran dentro del parámetro normal son Mesa de las Vacas; y Soledad y la Silla que están dentro de lo marcado para un peso adecuado al presentar el indicador 4. Para Santa María Ocotán, Guajolota, y Ciénega de Mirasoles se observa que su peso se encuentra por debajo.

Tabla 1. Variables e indicadores antropométricos de niños Tepehuanos de siete comunidades del municipio del Mezquital Dgo.

Comunidad	Edad	Peso	Estatura	T/E	P/T	P/E
Candelaria	33.6	12.2	86.0	2.5	4.0	2.9
Ciénega de Mirasoles	44.1	14.5	94.9	3.0	3.9	3.4
Ciénega del Oso	38.5	13.4	91.4	2.8	3.4	3.0
Guajolota	38.1	13.1	84.8	1.7	4.7	3.1
Mesa de las Vacas	35.2	13.3	87.9	3.0	4.4	3.6
Santa María Ocotan	33.1	11.9	82.2	2.3	4.2	3.3
Soledad y la Silla	37.3	14.1	95.2	4.2	3.6	3.8

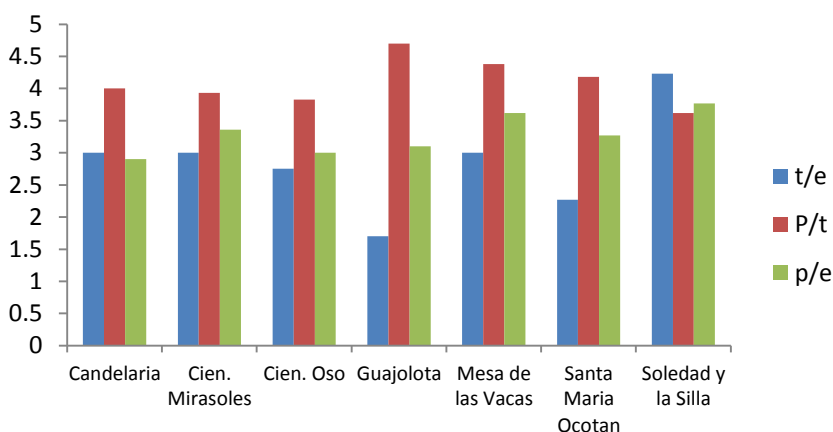


Figura1. Gráfico de las variables e indicadores antropométricos de niños Tepehuanos de siete comunidades del municipio del Mezquital Dgo.

En cuanto al sexo de los niños de todas las comunidades, este resultado es similar para ambos (Tabla 2, Figura 2). El p/e se encuentra por debajo de los parámetros normales; por consiguiente con una atención nutricional adecuada el peso podrá llegar a los parámetros normales, para el índice de t/e este afecta de manera importante a ambos sexos al encontrarse en el valor 2.85, este valor está por debajo de los parámetros, por lo que se puede observar que los niños presentan una desnutrición crónica. En lo que se refiere al índice p/t los indicadores están dentro de los rangos normales y presentan un indicador positivo.

Tabla2. Variables e indicadores antropométricos por sexo de niños Tepehuanos de siete comunidades del municipio del Mezquital Dgo.

Sexo	Peso (kg)	Estatura (cm)	P/E	T/E	P/T
Femenino	13.38	90.43	3.25	2.85	4.03
Masculino	13.21	88.35	3.37	2.84	4.12

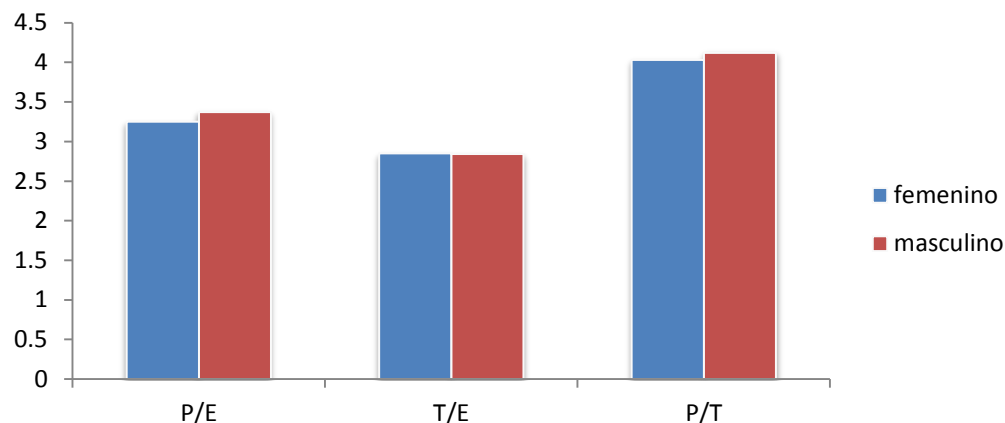


Figura 2. Gráfico de las variables e indicadores antropométricos por sexo de niños Tepehuanos de siete comunidades del municipio del Mezquital Dgo.

### CONCLUSIONES

La situación nutricional en el país de los pueblos indígenas es crítica, ya que es grupo muy vulnerable, aunque ha disminuido la magnitud de la desnutrición. El mayor problema que se ha observado fue el relacionado con la detención del crecimiento mejor conocido como desnutrición crónica que es lo que más afecta a la comunidad infantil Tepehuana.

Según la encuesta nacional de nutrición (ENSANUT) los niños menores de 5 años en el medio rural presentan altas tasas de prevalencia de desnutrición con respecto a los infantes del medio urbano. Los resultados confirman el ya conocido efecto de la pobreza en el estado de nutrición y enfatizan la necesidad de mejorar las condiciones de vida, elevar el consumo de calorías adecuadas a la edad de cada uno así como la ingesta de proteínas provenientes de diferentes fuentes de origen animal y vegetal, mencionar también la importancia de la ingesta de frutas y verduras de donde se obtendrán las diferentes vitaminas y minerales que el cuerpo necesita, esto es necesario para corregir la desnutrición en las comunidades muestreadas, sobre todo en los niños menores de 5 años, ya que ellos se consideran un grupo de alto riesgo susceptible tanto a los cambios alimentarios como a las condiciones generales de vida.

Es por esto que la Agencia de Desarrollo Rural Canatlán Nuestra Tierra está haciendo énfasis en tratar de disminuir el problema, apoyada con programas productivos de gobierno como lo es el proyecto estratégico de seguridad alimentaria (PESA), así como otros proyectos provenientes de SEDESOL e INDESOL.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ávila, C.A., T. Shamah, C. Galindo, G. Rodríguez, L. Barragan. 1998. La desnutrición infantil en el medio rural mexicano. *Salud pública de México*. 40 (2):150-160.
- COTECOCA. 1979. Comisión técnica consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero. SARH.
- Diego, A.L., I. Vizcarra. 2009. Desnutrición infantil en comunidades mazahuas con migración masculina internacional en México Central. *Población y Salud en Mesoamérica*. 6 (2): 1-14.
- InfoStat. 2014. Software estadístico. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar/>. Accesado el: 9 de julio de 2014.
- Monárrez, J., H. Martínez. 2000. Prevalencia de desnutrición en niños Tarahumaras menores de cinco años en el municipio de Guachochi, Chihuahua. *Salud pública de México*. 42 (1):8-16.
- NOM-031-SSA2.1999. Norma Oficial Mexicana NOM-031-SSA2-1999, para la atención a la salud del niño. Disponible: [www.salud.gob.mx-unidades-cdi-nom-031ssa29.html.com](http://www.salud.gob.mx-unidades-cdi-nom-031ssa29.html.com). Consultado el 11 de agosto de 2013.
- Salvador, F.M. 2000. Análisis multivariado. Disponible en: <http://ciberconta.unizar.es/leccion/anamul/inicio.html>. Accesado. 7 de junio de 2014.
- SAGARPA. 2014. Proyecto estratégico para la seguridad alimentaria PESA. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/AsistenciaCapacitacion/Paginas/pesa.aspx>. Accesado el: 9 de julio de 2014.



---

---

## **CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y PRODUCTIVA DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR INDÍGENAS DEL MUNICIPIO DEL MEZQUITAL, DURANGO, MÉXICO.**

**Martínez PR\*, Ibarra FJM, Reséndiz PJF, Jara GLJ, Núñez MOG, Torres MJA.**

Agencia de Desarrollo Rural Canatlán Nuestra Tierra A.C.

[ruthmar\\_1@hotmail.com](mailto:ruthmar_1@hotmail.com)

### **INTRODUCCIÓN**

La región indígena Huicot se encuentra dispersa en los estados de Nayarit (Cora), Jalisco (huichol) y Durango (Tepehuano). El Tepehuano constituye el 32.1% y representa la mayor parte en el estado de Durango, principalmente en el municipio del Mezquital con aproximadamente 17,450 indígenas (CDI, 2006).

La pobreza que prevalece en las comunidades indígenas se registra con un 82.6% en condiciones de alta y muy alta marginación (CONAPO, 2010). La actividad económica de las Unidades de Producción Familiar (UPF) indígenas no se concentra principalmente en el sector primario, sino que se diversifica principalmente en actividades del sector secundario. La definición de distintos conjuntos de aspectos dará un conocimiento aproximado de las características y los procesos tanto de producción como aquellos conceptos ligados a su desarrollo. La caracterización de las UPF a través de criterios bien definidos para la misma, es sin duda una necesidad para establecer con precisión estrategias que permitan un mayor desarrollo de las mismas (Bahena y Tornero, 2009). El presente estudio tiene por objeto identificar las principales características socioeconómicas y productivas de las UPF que han sido incluidas en el Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA, SAGARPA) de manera que la intervención a través de programas tenga mayor impacto en los procesos de desarrollo social.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

La fuente de información para realizar la caracterización de las UPF en comunidades indígenas, fueron 193 encuestas levantadas en la microrregión Charcos que incluye 3 comunidades estratégicas y 18 comunidades secundarias, todas del municipio del Mezquital del estado de Durango. La microrregión fue definida de acuerdo a la intervención de la Agencia de Desarrollo Rural Canatlán Nuestra Tierra A.C., bajo la ejecución del Proyecto Estratégico para la Seguridad Alimentaria (PESA) de la SAGARPA. Dichas encuestas fueron aplicadas durante el mes agosto del año 2011, utilizando los formatos de cédula de línea base del mismo

proyecto y de acuerdo al padrón de beneficiarios existente. El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva con el software KStat 2011.

Para la caracterización de las UPF se tomaron en cuenta las variables establecidas en el cuestionario de línea base, las cuales mediante el análisis de Componentes Principales (ACP) (Johnson, 2000), se clasificaron en tres conjuntos principales: sociales, económicas y productivas. Se realizó el ACP a cada conjunto de variables y se identificaron aquellas que resultaron mayormente correlacionadas. Los grupos de variables identificadas fueron Disponibilidad servicios (agua y electricidad), disponibilidad de alimentos y producción, ingresos y egresos. Posteriormente se realizó una descripción de las variables identificadas y la relación entre ellas. Los resultados se presentan en términos estadísticos descriptivos, contrastando con estudios relacionados con caracterización de unidades de producción.

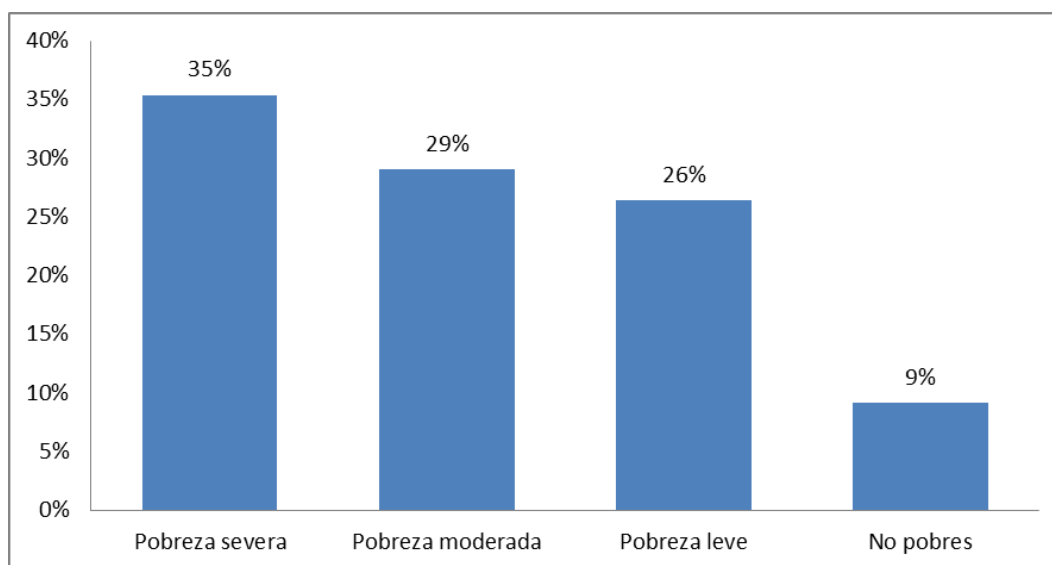
### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados arrojaron que las UPF tienen una extensión de 2 a 3 ha y que el 98% es propietario del terreno bajo el régimen comunal, ejidal y pequeña propiedad, en un 93, 5 y 2%, respectivamente. Datos similares a los reportados por el CEDRSSA (2014), que menciona que el 92.1% de la superficie indígena en el país es bajo un régimen de propiedad social. Del total de la superficie el 52% es utilizado para el establecimiento de maíz, donde la mano de obra corresponde meramente familiar, datos similares a los reportados por Madeiros (2009). En el aspecto social se encuentra que el promedio de edad de los productores hombres y mujeres de las UPF es de 39 a 40 años, sin existir diferencia significativa entre género. De estas UPF el 61% no cuenta con agua en su domicilio, acentuándose esta limitante durante los meses de abril y mayo, donde también se encuentra que para contar con el recurso el 76% acarrea agua de otras fuentes y emplea entre 1 y 2 horas. Respecto a otros servicios como el drenaje, el 25% no cuenta con un depósito para desechos orgánicos, el resto cuenta con letrinas y otros. La necesidad de la comunicación a través de la telefonía celular solo la solventa el 2%, el resto no tiene acceso a este tipo de comunicación. El 19% del total de los beneficiarios cuentan con vehículo propio, esta limitante está muy marcada en UPF. El servicio de energía eléctrica en las UPF se encuentra presente solo en 40%, el otro 60% de las familias vive sin este servicio.

El uso de combustibles industriales en el hogar no existe, por lo que el 100% hace uso de leña para todas las actividades de requerimiento de calor, principalmente durante la época de frío ya que el 45% de las viviendas de las UPF cuentan con pisos de tierra y el 33% de cemento.

De acuerdo a los indicadores encontrados respecto a servicios y procedimientos establecidos por la CONEVAL (2012) para determinar los índices de pobreza, se encuentra que el 35% se

encuentra en extrema pobreza, el 29% en pobreza moderada solamente el 9% se consideran



no pobres (Figura 1).

Figura 1. Condición de pobreza de las UPF. Fuente: ADR Canatlán Nuestra Tierra A.C. Fuente: Unidad Técnica Nacional PESA.

Dentro de los indicadores económicos (consumo y compra de productos como el maíz y frijol) obsérvese el Cuadro 1, donde se expresa la fluctuación de más del 20% entre el mes de menor consumo y el de mayor consumo. Otros productos como hortalizas se encuentran entre las de mayor adquisición permaneciendo constantes durante todo el año (80% de la UPF).

Cuadro 1. Fluctuación en la compra de maíz y frijol de las UPF.

Producto	Compra y consumo de granos básicos (maíz y frijol) durante el año												
	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic	Todo el año
Maíz	56%	61%	66%	76%	79%	81%	81%	80%	78%	64%	50%	51%	42%
Frijol	59%	62%	68%	75%	78%	79%	80%	80%	77%	66%	52%	55%	46%

La producción de alimentos propios de las UPF se ve reflejada en el Cuadro 2, donde se aprecia que la cantidad en el consumo de maíz y frijol es mayor a la producción, con un 8% y 12% respectivamente. Lo mismo sucede con los productos de origen animal, donde la relación entre la producción y el consumo es diferente hasta en un 42%, lo que se traduce que las UPF no son productoras de sus mismos alimentos. La disponibilidad de alimentos, principalmente maíz y frijol se observa durante los meses de septiembre a marzo, donde se aprecia que durante el resto del año no existe producción ni disponibilidad de alimentos como el maíz y frijol

que son los principales alimentos de la dieta indígena. Ludovic *et al.* (2004) menciona que la seguridad alimentaria en una población implica que tenga a disposición alimentos básicos de forma permanente que le permita tener una vida saludable.

Cuadro No 2. Fluctuación en la disponibilidad de alimentos de las UPF.

Producto	Producción de maíz y frijol de las UPF durante el año												Todo el año
	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic	
Maíz	65%	54%	46%	34%	29%	27%	27%	27%	29%	46%	73%	72%	24%
Frijol	60%	52%	45%	36%	32%	30%	29%	29%	32%	45%	67%	65%	25%

El 83% de las UPF adquieren sus productos en la misma comunidad, a excepción de los productos de origen animal, donde el 95% los adquiere en otras comunidades.

La fuente de ingresos es determinante en la disponibilidad de alimentos, ya que el 79% del total del ingreso es utilizado para la obtención de alimentos. En estudios realizados en otros países (Madeiros, 2009), encontraron que los hogares cuentan con niveles de ingresos inferiores a los necesarios para satisfacer las necesidades básicas, situación similar a la encontrada en este estudio. Para este indicador el 71% de las UPF obtiene sus recursos económicos de programas públicos y esta representa la principal fuente de ingresos para el 52% de las UPF, seguida del empleo temporal como jornales con el 31% (Figura 2). Otra característica distintiva es que no existe el ahorro (91%).

El nivel de tecnificación se considera bajo, aunque el 13.78% de las UPF desarrollan agricultura bajo condiciones protegidas, el resto es considerado de traspatio.

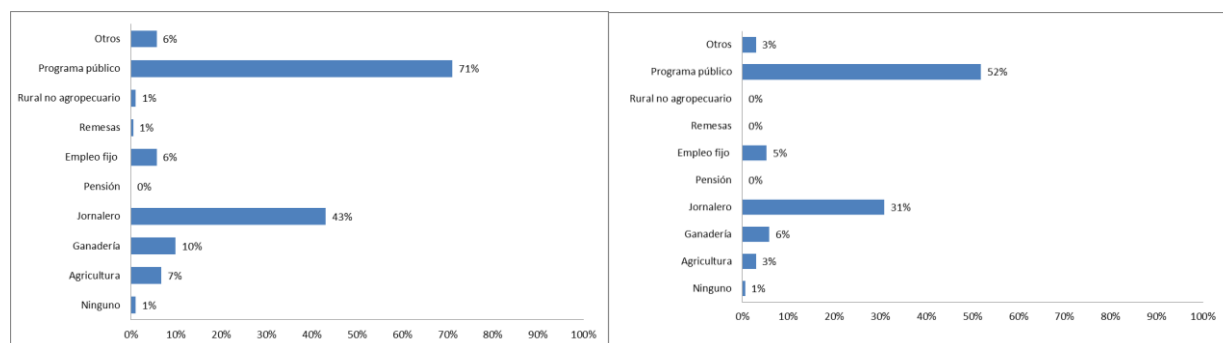


Figura 2. Principales fuentes de ingresos para las UPF.

## CONCLUSIONES

Las UPF de la Microrregión indígena "Charcos" del municipio del Mezquital, Durango, se caracterizan por:

- a) Son UPF con actividad agrícola a pequeña escala, donde la superficie cultivable es menor a 3 h, trabajadas de forma tradicional mediante tracción animal, por lo que sus rendimientos de producción de maíz y frijol no son suficientes para garantizar el consumo permanente. La producción está por más del 12% por debajo de los requerimientos de la familia.
- b) Aunque las UPF son atendidas por hombres y mujeres en edad productiva, no se observa un equilibrio o paridad entre la producción de alimentos y requerimientos de los mismos.
- c) La mayor necesidad en las UPF corresponde al abasto de agua, limitante que repercute en la producción de alimentos y otras necesidades.
- d) Del total de las UPF el 91% se encuentran en un grado pobreza, aspecto ligado principalmente a la ausencia de servicios y recursos económicos.
- e) Existe una diferencia significativa entre la necesidad de alimentos para el consumo y la producción, siendo esta última menor hasta en un 42% en algunas UPF.
- f) Los programas sociales constituyen la fuente principal de ingresos económicos, observándose un alto grado de paternalismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bahena, D.G., Tornero, C.M.A. 2009. Diagnóstico de las unidades de producción familiar en pequeña irrigación en la subcuenca del río Yautepec, Morelos. Economía, Sociedad y Territorio, vol. IX, núm. 29, 2009. Pp. 166-167
- CDI, 2006. Regiones indígenas de México. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. México: CDI:PNDU,2006. ISBN 970-753-064-2. 34-35 pp.
- CEDRSSA, 2014. Los indígenas en México: Población y producción rural. Disponible en internet:<http://www.cedrssa.gob.mx/?idnot=178>.
- CONEVAL, 2012. Índices de Marginación. México. Disponible en internet:<http://www.coneval.gob.mx/Medicion/Paginas/Medici%c3%b3n/Pobreza%202012/Pobreza-2012.aspx>.
- Johnson, D.E. 2000. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. International Thompson Editores. México. 566 p.
- Ludovic, E., Rincón, N., Huerta, L, Rincón, R. 2004. Caracterización bajo un enfoque sostenible de las unidades de producción agrícola rururbanas en el municipio de Maracaibo del estado de Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2005, 22:283-299.
- Madeiras, UG. 2009. El Sector Agropecuario. Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas. Bolivia. Pp. 4.
- SAGARPA, 2014. Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria. Disponible en: <http://www.pesamexico.org.mx>
- UTN, 2012. Diagnóstico: Proyecto estratégico para la Seguridad Alimentaria. SAGARPA. Méx.

---

---

## RENTABILIDAD DE UVA PARA LA INDUSTRIA EN AGUASCALIENTES

**Mercedes Borja Bravo\*, Luis Reyes Muro\*, Ernesto González Gaona\*  
y Manuel Antonio 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: [borja.mercedes@inifap.gob.mx](mailto:borja.mercedes@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

La vid es uno de los cultivos más antiguos del mundo que ha logrado trascender por su importancia económica, social, cultural y religiosa. En México la viticultura se practica en nueve estados, los cuales producen 300 mil toneladas de fruta al año. Aguascalientes ocupa el cuarto lugar como estado productor de uva a nivel nacional. En el 2012, la entidad contaba con viñedos en 835 hectáreas que produjeron poco más de 11 mil toneladas de uva con un valor comercial de 41.5 millones de pesos (SIACON-SIAP, 2012). La viticultura es una actividad que tiene presencia en ocho de los once municipios del estado, y tiene importancia social por la generación de empleos en las fases de producción, procesamiento y comercialización del producto; así mismo, según datos proporcionados por el Consejo de Viticultores de Aguascalientes A. C. existen 234 productores dedicados a la actividad.

En Aguascalientes, el 75% de la superficie de los viñedos están plantados con variedades de uva destinadas a la industria de jugos y concentrados; de este total, el 83% corresponde a la variedad Salvador, el 14% a variedades de uva para mesa, entre las que destaca la Red Globe, y el resto a variedades destinadas a la elaboración de vinos de mesa como Ruby Cabernet, Malbec, Chenin Blanc, Carignane y Cabernet Sauvignon, entre otras (SIACON-SIAP, 2012). El dominio de la variedad Salvador ubica al estado como productor de uva para procesamiento.

El objetivo del presente trabajo fue estimar la rentabilidad de los sistemas de producción de la variedad Salvador, con la finalidad de generar información oportuna para la toma de decisiones entre los productores, gestores e instituciones implicados en el desarrollo de la viticultura en Aguascalientes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es del tipo “no experimental-transeccional descriptiva”, por lo que se recolectaron datos en un solo momento y tiempo único (Hernández *et al.*, 2000 y Ramos *et al.*, 2000). El estudio se realizó en el área vitícola del estado de Aguascalientes e incluyó los municipios: El Llano, Cosío, Rincón de Romos, Asientos, Tepezalá, Pabellón de Arteaga y San Francisco de los Romo. Se aplicaron encuestas a productores vitícolas del estado durante

agosto y septiembre de 2013. Para lograr representatividad estatal, se determinó una muestra para poblaciones finitas propuesta por Sánchez *et al.* (2012), cuya fórmula es:

$$n = \frac{Z^2 N p q}{(N - 1) e^2 + Z^2 p q}$$

Con base en la población  $N$ , constituida por 234 productores de vid en Aguascalientes, a un nivel de confianza ( $Z$ ) de 90%, un error ( $e$ ) de 10% y la probabilidad de que la muestra represente el 50% ( $p$ ), el tamaño de muestra  $n$  estimado fue de 46 encuestas; sin embargo, se aplicaron 50.

Los costos de producción y la rentabilidad fueron calculados para la variedad Salvador en los sistemas de producción: riego por gravedad y riego por goteo. Los costos corresponden al manejo anual del cultivo de viñedos ya establecidos y corresponden a precios del ciclo primavera-verano del 2013. Los costos se clasificaron en dos apartados: 1) costos directos que incluyó el pago por labores manuales (deshierbe, podas, aplicación de riego, agroquímicos y abono orgánico y corte del fruto), mecánicas (rastra y surcado) e insumos agrícolas (agroquímicos, abono orgánico y pago por agua de riego) (Ayala *et al.*, 2014 y Di Vita y D'Amico, 2013); y 2) costos indirectos que incluyó el anualizado por la reposición de herramienta y equipo, amortización del sistema de riego, gastos generales de acarreo de cosecha y traslado a la parcela y el costo de oportunidad del dinero (Di Vita y D'Amico, 2013 y Swenson y Haugen, 2013). El ingreso total por hectárea se estimó con el precio de venta de la uva y el promedio del rendimiento expresados por la muestra de productores.

Para calcular los indicadores de costos e ingresos totales se emplearon las siguientes expresiones algebraicas, basadas en la teoría económica (Krugman y Well, 2006; Samuelson y Nordhaus, 2009 y Ayala *et al.*, 2014):

$$CT = PxX$$

Donde  $CT$  es el costo total ( $\$ \text{ ha}^{-1}$ );  $Px$  es el precio del insumo o actividad y  $X$  es la actividad o insumo.

$$IT = PyY$$

Donde  $IT$  es el ingreso total ( $\$ \text{ ha}^{-1}$ );  $Py$  es el precio del producto o cultivo ( $\text{t ha}^{-1}$ ) y  $Y$  es el rendimiento del cultivo ( $\text{t ha}^{-1}$ ). La utilidad bruta es la diferencia entre los ingresos totales y los costos de producción.

$$\text{Utilidad Bruta} = IT - CT$$

Para determinar la rentabilidad económica se calculó la relación B/C. Este indicador muestra los beneficios por peso invertido en la producción y se calcula con la siguiente expresión (Terrones y Sánchez, 2011):

$$\text{Relación B/C} = \frac{IT}{CT}$$

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Características de los viticultores.**

El total de productores entrevistados fueron hombres, con edad promedio de 59 años; el 54% de ellos solo cursó la primaria. Los viticultores tienen 20 años en promedio de dedicarse a la producción de uva, sin embargo, el rango de experiencia se ubicó entre 1 y 40 años. Además del cultivo de la vid, el 58.7% complementan sus ingresos con otros cultivos como maíz y frijol, 19.6% con actividades ganaderas, 10.9% con empleos fijos y 10.8 % tiene algún negocio propio.

En promedio los productores de uva Salvador tiene una extensión de viñedo de 2 ha. Según datos del Consejo de Viticultores de Aguascalientes A. C. el 95% de los productores tiene sus viñedos establecidos en tierras ejidales y el 5% restante en tierras bajo el régimen de propiedad privada que se caracterizan por grandes extensiones de viñedo (entre 6 a 143 ha).

### **Manejo del cultivo.**

Las labores en el viñedo inician a finales de enero y principios de febrero con la preparación del terreno, y dependiendo del tipo de riego usado en el viñedo. En Aguascalientes el 55% de la superficie plantada con vid tiene riego por gravedad en surcos y por calles y el 45% utiliza riego por goteo. Bajo el sistema de riego por gravedad, antes de cada riego se realiza el surcado y posteriormente el rastreo para eliminar malezas y conservar humedad en el terreno. En el sistema por goteo se realiza únicamente el rastreo para eliminar maleza de forma mecánica. El 98% de los encuestados utilizan sarmientos como material de propagación vegetativa, solo 8% señalaron que también utilizan barbados e injertación, principalmente la variedad Salvador sobre el portainjerto 1113. La densidad de plantación en los viñedos fue en promedio de 2,339 plantas por hectárea, establecidas a 1.3 m entre ellas y en hileras a 3 m. En la variedad Salvador se usa el sistema de conducción bilateral a dos bancos, el primero a 70 cm y el segundo a 1.4m del suelo. Se realiza la poda corta y la mixta; el 65% de los viticultores aplican estiércol de bovino y el 85% aplican urea, sal tierra y Triple 16 y 17; así como, Boro, Zinc y Azufre de forma foliar. El viñedo se deshierba en forma manual con azadón. Las plagas más



importantes son: descarnador de la hoja *Harrisiniabrilians* Barnes and McDunnough, trips *Frankliniella* sp, pulgón *Aphis illinoisensis* (Shimer) y chicharrita *Erythroneura* spp.; barrenadores del sarmiento (*Micropatelabialis* Lesne) y Frailecillo (*Macrodactylus* spp.). Las enfermedades que destacaron los productores fueron: cenicilla polvorienta *Oidium* spp, brazo muerto de la vid *Eutipaarmeniaceae* Hansf & Carter, la pudrición texana *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Dugar, corteza corchosa-madera rugosa y Mildiú. El control de plagas y enfermedades lo realizan químicamente.

La cosecha de uva se realiza en el periodo de agosto-octubre y el corte del fruto está determinado por la madurez y los grados Brix. Los productores indicaron que la uva pueda ser cosechada cuando contenga al menos 17° Brix, aunque lo ideal se ubica entre 20 y 22°. El grado de dulzor del fruto influye en el precio pagado al productor.

### **Rentabilidad del cultivo.**

En el Cuadro 1 se observan los costos de producción de la variedad de uva Salvador. Para el manejo de una hectárea de viñedo de uva Salvador con el sistema de riego por gravedad requirió 2013 una inversión de \$36,645, mientras que una hectárea de viñedo con riego por goteo ocupó \$34,364. La mayor proporción de los costos corresponde a labores manuales como deshierbe, cosecha y podas. Esta estructura de costos fue similar a la encontrada por Torres (2013) en uva para mesa en el estado de Sonora que, aun cuando son frutos con diferente destino de mercado, comparten similitudes en el manejo agronómico.

Entre los sistemas de riego existe diferencia en costos. La producción de uva en riego por goteo es menos costosa, una explicación es por el ahorro de labores mecanizadas debido a que en el sistema por gravedad se practican en promedio cinco pasos de surcado; mientras que, en el sistema por goteo no se realiza esta práctica. También se observaron ahorros en el gasto por fertilizantes químicos y abono orgánico, por ejemplo, en el sistema de riego por gravedad, se aplicaron en promedio 9 ton de estiércol por hectárea, mientras que en el sistema por goteo se aplicaron 5, lo cual disminuye los costos.

En el Cuadro 2 se observan la inversión, el ingreso total y la utilidad de la producción de la uva Salvador. De acuerdo con los datos obtenidos en el trabajo de campo, el rendimiento promedio de la producción de uva Salvador en el sistema de riego por gravedad fue de 16.3 t ha<sup>-1</sup> y en el sistema de riego por goteo de 17.8 t ha<sup>-1</sup>. El precio de venta que reportaron los productores fue de \$3,700 t. Por lo cual se estimó un costo por tonelada de \$2,248 t en el sistema de riego por gravedad y de \$1,931 t en el sistema de riego por goteo.

Cuadro 1. Costos de producción de la variedad Salvador en Aguascalientes, 2013 (\$ha<sup>-1</sup>).

Concepto	Tecnología de riego		% de los costos totales	
	Gravedad	Goteo		
<b>Costos Directos</b>				
Labores manuales	15,470	17,290	42.2	50.3
Labores mecanizadas	4,000	2,400	10.9	7.0
Insumos agrícolas	11,342	7,239	31.0	21.1
Total	30,812	26,929	84.1	78.4
<b>Costos Indirectos</b>				
Mantenimiento de la inversión del capital	700	2,460	1.9	7.2
Gastos generales	3,886	3,886	10.6	11.3
Costo de oportunidad del dinero	1,246	1,089	3.4	3.2
Total	5,833	7,435	15.9	21.6
Costo Total	36,645	34,364	100	100

Fuente: Elaborado con información de campo.

Cuadro 2. Rentabilidad de la uva Salvador en Aguascalientes, 2013.

Concepto	Tecnología de riego	
	Gravedad	Goteo
Costo de producción (\$ha <sup>-1</sup> )	36,645	34,364
Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	16.3	17.8
Precio de venta (\$t <sup>-1</sup> )	3,700	3,700
Costo de producción por tonelada (\$t <sup>-1</sup> )	2,248	1,931
Ingreso total (\$ha <sup>-1</sup> )	60,310	65,860
Utilidad por tonelada (\$t <sup>-1</sup> )	1,452	1,769
Utilidad bruta (\$ha <sup>-1</sup> )	23,665	31,496
Relación B/C	1.6	1.9

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la utilidad neta, la relación B/C de la producción en riego por gravedad es de 1.6, lo que indica que por cada peso invertido, los productores obtienen 60 centavos de ganancia, mientras que en la producción en riego por goteo la utilidad neta es de 90 centavos por peso invertido. La diferencia entre los sistemas obedece a los menores rendimientos y a los altos costos que se observan en el sistema de riego por gravedad. Sin embargo, la producción de uva Salvador en los dos sistemas de riego es rentable.

## CONCLUSIONES

La producción de uva Salvador en Aguascalientes es rentable y representa una alternativa de inversión. La producción de la variedad Salvador en riego por goteo es más rentable que en

riego por gravedad por demandar menos costos de producción y generar mayores rendimientos.

Es importante diseñar estrategias para incentivar la productividad en los viñedos establecidos con riego por gravedad, con la intención de aumentar los rendimientos y disminuir los costos de producción. De manera conjunta es pertinente generar investigación que contribuya al incremento de dicha productividad y el desarrollo de capacidades de los productores en el uso nuevas tecnologías.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, G. A. V.; Rivas, V. P.; Cortes, E. L.; De la O, O. M.; Escobedo, L. D. y Espitia, R. E. 2014. La rentabilidad del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en la región centro de México. *Ciencia ergo-sum*. 21(1):47-54.
- Di Vita, G. y D'Amico, M. 2013. Origin designation and profitability for small wine grape growers: evidence from a comparative study. *Economics of Agriculture*. 1(60): 7-24.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C. y Baptista, L. P. 2000. Metodología de la investigación. Segunda edición. Mc Graw Hill. México, D. F. 501 p.
- Krugman, P. R. y Wells, R. 2006. Introducción a la economía: microeconomía. Barcelona, España: Reverte.
- Ramos, G. J. L.; Reyes, M. L.; Rubio, A. H. O.; Tirado, E. G.; Cruz, V. C. R.; Valera, M. L. L. y Esquivel, De L. J. L. 2000. Caracterización técnica de los sistemas productores de carne de bovinos, en Aguascalientes. Folleto Científico Núm. 9. INIFAP. 43 p.
- Samuelson, P. A. y Nordhaus, W. D. 2009. Economía 19. Ed. McGraw-Hill. Madrid.
- Sánchez, T. B. I.; Zegbe, D. J. A. y Rumayor, R. A. F. 2012. Metodología para el diseño, aplicación y análisis de encuestas sobre adopción de tecnología en productores rurales. Folleto Técnico Núm. 39. INIFAP. 81 p.
- SIACON-SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Módulo Agrícola del SIACON. Disponible en: <<http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialsiacon-zip/>> [Consultado: octubre de 2013].
- SIAP (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Producción nacional: cierre de la producción agrícola por estado. Disponible en: <<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>>. [Consultado en abril de 2014].
- Swenson, A. y Haugen, R. 2013. Projected 2014 crop budgets. North West, North Dakota. Disponible en: <http://www.ag.ndsu.edu/ndsuaag/>.
- Terrones, C. A. y Sánchez, T. Y. 2011. Análisis de la rentabilidad económica de la producción de jitomate bajo invernadero Enacaxochitlan, Hidalgo. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 15(29):752-761
- Torres A., A de J. 2013. Análisis de rentabilidad y distribución de la uva de mesa de Hermosillo Sonora, es Estados Unidos y la Unión Europea. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Disponible en: <http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/2187>

## EFFECTO DE DOS PANTALLAS TERMO-REFLECTORAS SOBRE EL MICROCLIMA DEL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*) BAJO CONDICIONES INVERNADERO E HIDROPOÓNIA

Grajales-Sarabia, F.<sup>2</sup>; Munguía-López, J.P.<sup>1\*</sup>; Vázquez-Lee, J.<sup>1</sup>; Arellano-García, M.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Departamento de Plásticos en la Agricultura. Blvd. Enrique Reyna No. 140 Saltillo Coahuila, México.

<sup>2</sup>Alumno inscrito en programa de Maestría en Ciencias en Agroplasticultura CIQA.

\*Autor de contacto: [juan.munguia@ciqa.edu.mx](mailto:juan.munguia@ciqa.edu.mx)

### INTRODUCCIÓN

Actualmente existen diferentes técnicas de control de temperatura en el área de la horticultura protegida y siendo una de ellas la utilización de pantallas termo-reflectoras, que buscan disminuir la intensidad de radiación y evitar altas temperaturas en periodos calidos (Valera, 2001) y ahorro de energía en invierno (Anglés, 2001). Por lo que se han fabricado pantallas de sombreado con propiedades ópticas especiales que ayudan a mejorar la utilización de radiación solar en los cultivos agrícolas (Ganelevin, 2008). La estimulación diferencial de respuestas fisiológicas como la fotosíntesis y la morfogénesis con nuevas tecnologías que regulan la luz, ayudan a mejorar el desarrollo de los cultivos hortícolas (Shahak, 2008). La elevada radiación solar y temperatura se traducen en elevadas tasas de evapotranspiración en los cultivos, limitando el suministro de agua que perciben a través de las raíces llegando a producirse quemaduras y/o marchitamientos irreversibles. El sombreado tiene como finalidad principal el reducir la temperatura de la planta y su ambiente circundante a la vez que disminuye su evapotranspiración al afectar al componente radiactivo. A pesar de que cada vez es mayor el numero de pantallas utilizadas, relativamente existe poca información disponible acerca de sus efectos sobre el microclima de los cultivos. Por lo tanto es de alta prioridad conocer mas del tema para expandir nuestro conocimiento de los efectos de pantallas termo-reflectoras en invernadero de alta tecnología, sobre los parámetros agro-meteorológicos, desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate en un sistema hidropónico.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El invernadero donde se ubicó el experimento del presente trabajo se localiza en el Campo Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), ubicado al noreste de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México: 25° 27' 37.52'' N; 100° 58' 08.23'' O, a una altura sobre el nivel del mar de 1502 m , la región cuenta con clima seco estepario. Se utilizaron dos híbridos de tomate durante el experimento; Gabriela y Gironda, que se caracterizan por ser de crecimiento indeterminado, tipo bola con alta capacidad de producción en invernadero en el

ciclo de otoño-invierno. El invernadero donde se realizó el experimento es de alta tecnología con una superficie de 641.30 m<sup>2</sup> de estructura clásica con ventanas cenitales tipo mariposa, cortinas perimetrales motorizadas, cubierta de polietileno difuso (180 micras) y un sistema de control de clima que incluía sistema de calefacción por aire, sistema de enfriamiento (pared húmeda y cuatro extractores), pantalla termodinámica motorizada, pantalla termo-reflectora fija que cubría solo el 50% de la superficie total (Aluminet) y sistema de recirculación de aire.

El diseño experimental fue un “Split-plot” (parcelas divididas) que suele nombrarse “diseño factorial anidado”, los tres factores involucrados en el experimento son: pantallas termo-reflectoras, híbridos y riego. Teniendo un total de 8 tratamientos con 4 repeticiones y 32 unidades experimentales en todo el invernadero, las cuales consistieron de 6 “bolis” de polietileno tipo taco con dimensiones de 1.0 m x 0.30 m x 0.15 m, que fueron rellenos con 28 L de perlita como sustrato de soporte para la planta.

Tabla 1. Factores involucrados en los tratamientos del trabajo experimental.

1 <sup>er</sup> Factor (A)	2 <sup>do</sup> Factor (B)	3 <sup>er</sup> Facto (C)	Tratamiento
Pantalla Aluminet (A1)	Hibrido Gironda (B1)	30% de Drenaje (C1)	T1
		20% de Drenaje (C2)	T2
	Hibrido Gabriela (B2)	30% de Drenaje (C1)	T3
		20% de Drenaje (C2)	T4
Pantalla Termodinámica (A2)	Hibrido Gironda (B1)	30% de Drenaje (C1)	T5
		20% de Drenaje (C2)	T6
	Hibrido Gabriela (B2)	30% de Drenaje (C1)	T7
		20% de Drenaje (C2)	T8

El trasplante se realizó el día 6 de Agosto del 2013, La densidad de plantación fue de 3.3 plantas por m<sup>2</sup>, con un marco de plantación de 1.8 m entre hileras con doble fila separadas a 0.15 m y 0.33 m entre plantas, teniendo un total de 1440 plantas en la superficie útil (436.3 m<sup>2</sup>) dentro del invernadero, que se corresponde a 33,000 plantas por hectárea. La solución nutritiva que se utilizó en mE L<sup>-1</sup> fue: N-NO<sub>3</sub> 12, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1.8, K<sup>+</sup> 7, Ca<sup>+2</sup> 9.5, Mg<sup>+2</sup> 4. Para medir lo las diferentes variables de evaluación se utilizaron los siguientes equipos: LI-COR 3200 (área foliar), Vaisala (temperatura y humedad del ambiente), IRGA 6800 (fotosíntesis), Quantum (PAR), y Piranómetro (Radiación global). La frecuencia del muestreo de los datos de los diferentes sensores fue cada 30 s y fueron almacenados en promedios de 30 min en un datalogger modelo CR23X, de la marca Campbell Sciences, Logan Utah. Los sensores antes mencionados se instalaron en la parte central de cada una de las zonas de evaluación, con diferentes pantallas termo-reflectoras (termo-dinámica y Aluminet). Todos los datos resultantes

del experimento se analizaron mediante el programa estadístico SPSS V. 21. con un análisis lineal general multivariante y usando la prueba de diferencia mínima significativa (DMS)  $P \leq 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento de las plantas es logrado a través de la división celular, alargamiento y diferenciación, que implica eventos fisiológicos, genéticos ecológicos y morfológicos (Vázquez, 2012), y de acuerdo a los resultados obtenidos estos fueron modificados por las mallas termo-reflectoras con la alteración de la cantidad y calidad de la radiación solar obteniendo así un efecto favorable sobre las plantas de tomate hidropónico.

Las pantallas termo-reflectoras tuvieron un gran efecto en las variables de longitud de planta y índice de área foliar presentando una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, sin embargo los dos mejores tratamientos en longitud de planta fueron el T3 y el T6, y con respecto al índice de área foliar los mejores tratamientos fueron el T3 y el T7. Las plantas de tomate crecidas bajo sombra presentan una mayor altura y área foliar que plantas expuestas a irradiación solar total (Páez *et al.*, 2000).

La temperatura y la humedad relativa del ambiente fueron distintas en las zonas de cada una de las pantallas, alterándose sus valores por la radiación modificada por las pantallas. En la variable de temperatura en el ambiente se noto menor diferencia significativa que en la de humedad relativa del ambiente, en las distintas pantallas termo-reflectoras. Las pantalla termo-reflectora (Aluminet), hace un mayor control sobre la temperatura y humedad relativa (Figura 1 y 2) ya que mantiene estas variables en los rangos más próximos a los óptimos del cultivo.

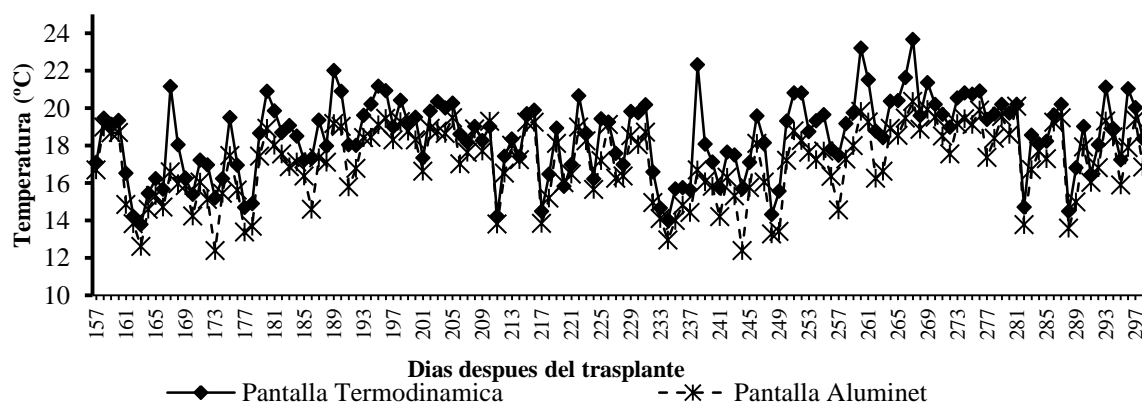


Figura 1. Comportamiento de la temperatura del ambiente durante el ciclo de cultivo de tomate influenciadas por las pantallas termo-reflectoras (Termodinámica y Aluminet), en invernadero con un manejo hidropónico durante los meses de Agosto 2013 a Abril 2014.

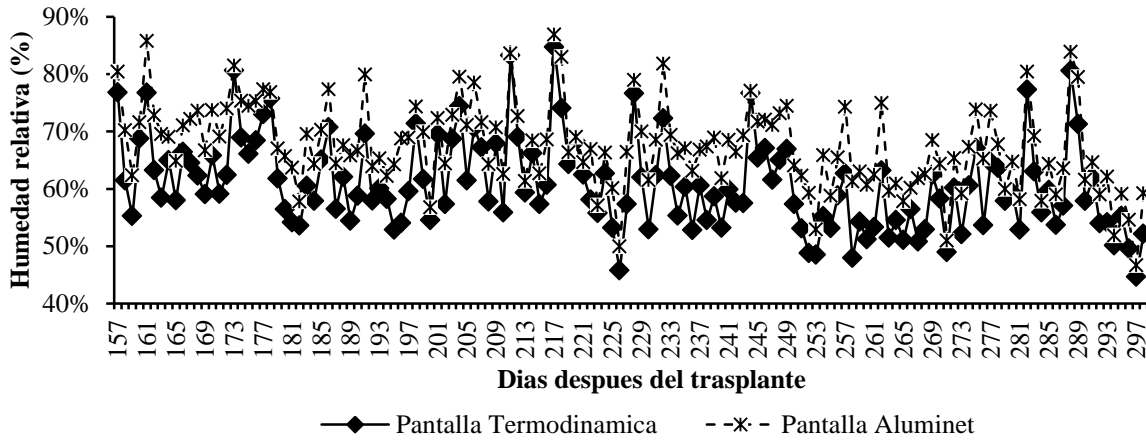


Figura 2. Comportamiento de la humedad relativa del ambiente durante el ciclo de cultivo de tomate influenciadas por pantallas termo-reflectoras (Termodinámica y Aluminet), en invernadero con un manejo hidropónico durante los meses de Agosto 2013 a Abril 2014.

La radiación solar es la fuente de energía para el crecimiento y desarrollo de las plantas y principal fuente de productividad. Las características ópticas de un invernadero modifica significativamente la calidad de la radiación, afectando a los cultivos principalmente en cuanto a la eficiencia del uso de la radiación y en la fotomorfogénesis (Baille, 1998).

En el presente trabajo la radiación fotosintéticamente activa se vio modificada por las diferentes pantallas termo-reflectoras, favoreciendo el desarrollo del cultivo de tomate hidropónico, el híbrido Gabriela fue el mayor afectado por ambas pantallas según el análisis de varianza, teniendo un efecto positivo con diferencia estadísticamente significativa (Figura 3).

Debido a la influencia de las pantallas sobre la radiación fotosintéticamente activa, la actividad fotosintética en el cultivo de tomate hidropónico se ve alterada, sin embargo no se presentan diferencias significativas, pero los valores mas altos se presentaron en la zona con pantalla termo-dinámica, siendo los tratamientos T5, T6, T7 y T8 (Figura 4).

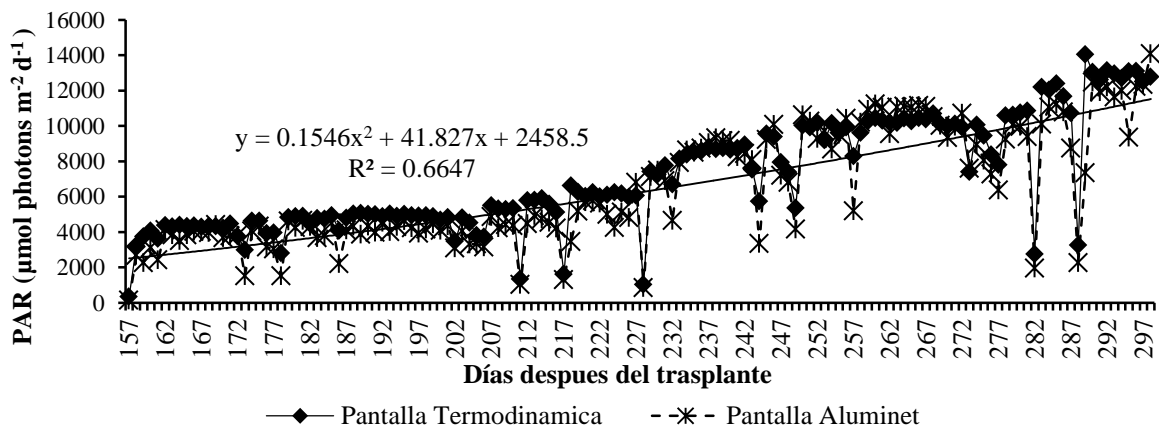


Figura 3. Influencia de las pantallas termo-reflectoras sobre la radiación fotosintéticamente activa en el cultivo de tomate hidropónico protegido durante el ciclo de otoño-invierno.

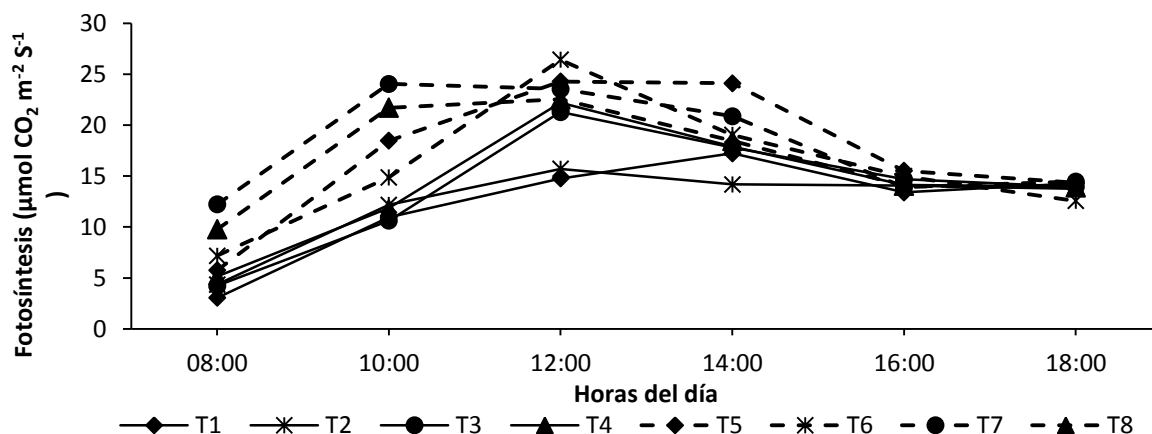


Figura 4. Comportamiento de las actividad fotosintética del cultivo de tomate hidropónico protegido durante las horas mas activas.

Los análisis estadístico arroja diferencias significativas en el rendimiento de los diferentes tratamiento que fueron influenciados por la pantallas termo-reflectoras, siendo los mejores tratamientos el T4 y T7 como se muestra en la figura 5. Estos resultados coinciden con los de (Fallik *et al.*, 2009), quienes encontraron que el pimiento morrón cultivado en una región árida bajo mallas sombra de color rojo y amarillo, tuvo un rendimiento de fruta con calidad de exportación significativamente mayor en comparación con la malla sombra negra del mismo nivel de sombreado.

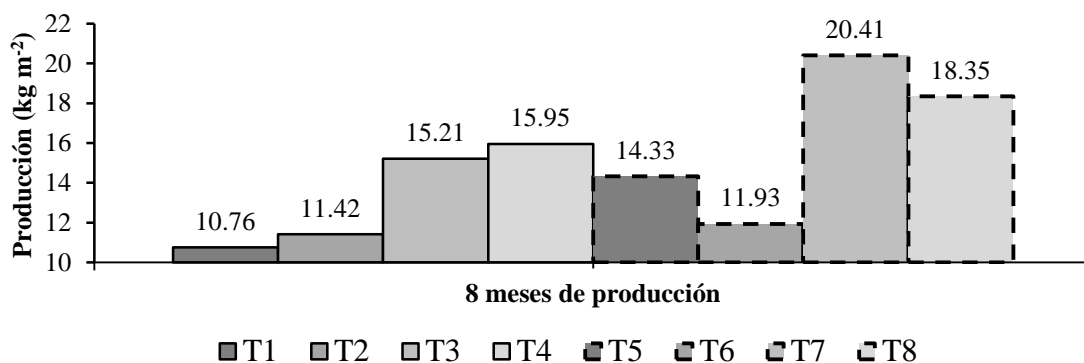


Figura 5. Producción de tomate hidropónico protegido, con efecto de dos pantallas termo-reflectoras (Aluminet y Termo-dinámica).

**CONCLUSIONES**

Las pantallas termo-reflectoras tuvieron un efecto positivo sobre el microclima, la fisiología y fenología del cultivo de tomate hidropónico, favoreciendo sus necesidades agro-meteorológicas.



Siendo la pantalla termodinámica automatizada la más benéfica para la temporada de otoño-invierno.

### AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT y al departamento de Agroplásticos del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) por las facilidades otorgadas para el desarrollo de la presente investigación.

### BIBLIOGRAFÍA

- Anglés, M. (2001). Control climático y ciclo de cultivo. 19, pp. 28-34.
- Baille, A. (1998). Energy Cycle. In: "Greenhouse Ecosystems". pp. 265-268.
- Fallik, E., Alkalai, S., Parselan, Y., Aharon, Z., Elmann, A., Offir, Y., et al. (2009). Can colored shade nets maintain sweet pepper quality during storage and marketing. 830, pp. 37-44.
- Ganelevin, R. (2008). World-wide commercial applications of colored shade nets technology. *Chromatinet®*, pp. 199-203.
- Páez, A., Paz, V., y López, J. C. (2000). Crecimiento y respuestas fisiológicas de las plantas de tomate cv. Río Grande en la época mayo-julio. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, pp. 173-184.
- Shahak, Y. E.-Y. (2008). Photosensitive shade netting integrated with greenhouse technologies for improved performance of vegetable and ornamental crops. 797, pp. 75-80.
- Vázquez, J. (2012). *Análisis del índice grado día y del índice de estrés hídrico en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero e hidroponía*. Saltillo, Coahuila, México: CIQA.
- Valera, D. F. (2001). Las mallas como técnicas de control climático en invernaderos. 8, pp. 50-52.

## CALIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRUTO DE CHILE HABANERO DE INVERNADERO Y APORTACIONES ORGÁNICAS DE NUTRIENTES

Valentín Robledo-Torres<sup>1+</sup>, José A. Patichtan-Moreno<sup>2</sup>, Rosalinda Mendoza-Villarreal<sup>1</sup>, Francisca Ramírez Godina<sup>3</sup>, Luis Alonso Valdez-Aguilar<sup>1</sup>, Efraín de la Cruz –Lázaro<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Profesores investigadores de la Maestría en Ciencias en Horticultura, Departamento de Fitomejoramiento<sup>3</sup>, <sup>2</sup>Alumno de la Maestría en Ciencias en Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 1923, CP 25315.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de Campeche. Calle Agustín Melgar No 3, Campeche, CP. 24030. Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Correo-e: [varoto@prodigy.net.mx](mailto:varoto@prodigy.net.mx) (+autor para correspondencia)

### INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor diversidad genética del género *Capsicum* y las especies más cultivadas incluyen a *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. baccatum*, *C. pubescens* y *C. chinense*. Desde el punto de vista agrícola y comercial la especie más importante es *C. annuum*, la cual es originaria de México (Corona *et al.*, 2000), sin embargo actualmente, la superficie de chile habanero se encuentra en crecimiento exponencial.

El chile habanero es una planta de ciclo anual cuyo potencial productivo en condiciones de riego está determinado principalmente por el tipo de suelo y aportaciones de nutrientes y la temperatura media anual (Tun, 2001). Sin embargo existen otros factores como la humedad, nutrición, sanidad, incidencia de plagas y material genético, que son importantes para lograr altos rendimientos, como lo señala Ramírez *et al.*, (2005) quien logró tener hasta 46.02 t ha<sup>-1</sup>.

La nutrición mineral para *C. annuum* está ampliamente investigada pero no para *C. chinense*. Sin embargo algunas recomendaciones generadas sobre los requerimientos nutricionales en Yucatán, señalan el uso de fertilización para obtener los mejores rendimientos de fruto (Gómez *et al.*, 2008). Concluyendo además que los suelos requieren una aplicación de 108 a 150 kg ha<sup>-1</sup> de K, que debe ser aplicado durante la etapa de crecimiento de la planta, aunque también se señala que es recomendable la dosificación durante todo el ciclo de cultivo. Actualmente la agricultura enfrenta múltiples retos para producir más alimentos y fibras, a fin de alimentar y vestir a una población creciente, que deberá apoyarse en la adopción de métodos de producción más eficaces y sostenibles, ante el cambio climático (FAO, 2009). Una alternativa es la producción de cultivos bajo condiciones de invernadero ya que con ellos se optimizan los componentes de la producción. Abou *et al.*, (2001) reportan que la aplicación de compostas o gallinaza pueden aumentar el rendimiento del pepino en condiciones de invernadero, por su parte Rodríguez *et al.*, (2009) indican que el té de compost puede ser considerado como un fertilizante alternativo para la producción orgánica de tomate en condiciones de invernadero,

gracias a una mayor disponibilidad de nutrientes, por su parte Szmidt y Fox (2001) exponen que para el éxito en la fabricación de compostas se debe elegir una buena materia prima así como procesos controlados ya que esto se reflejara en el producto final. Además las sustancias húmicas tienen gran importancia debido a las funciones que puede ejercer en la disponibilidad de nutrientes actuando como un agente quelatante (Hernández, 2011). Además el elevado precio de los fertilizantes químicos, es una de las razones para pensar en una reconversión de la agricultura tradicional a la orgánica, ya que el fósforo junto con el potasio, son fertilizantes que han incrementado significativamente los costos de producción y este último es uno de los más importantes que influyen en el rendimiento y la calidad de la cosecha; pero donde productos resultantes del lombricomposteo del estiércol bovino (sólido y/o líquido), el uso de algas marinas, permiten incorporar macro nutrientes y micronutrientes, ácidos húmicos, fulvicos y aminoácidos, que al verse incorporados al cultivo permiten la obtención de mejores producciones, en rendimiento y calidad.

Condiciones tales como la temperatura, la intensidad de la luz, tipo de suelo, la composta, fertilización, concentración de dióxido de carbono en la atmósfera y la aplicación de compuestos de origen natural, pueden afectar el contenido de antioxidantes y la actividad antioxidante de los frutos cosechados. Otros factores que afectan las actividades antioxidantes, son; la variación de entre cultivos, genotipos y grado de madurez, las prácticas de cultivo y manejo (Wang, 2010). Lo anterior resulta importante ya que los antioxidantes como; carotenoides y compuestos fenólicos influyen en la reducción de enfermedades del corazón, derrames cerebrales y algunos tipos de cáncer en el ser humano (Galli y Pomper, 2007), además las solanáceas (*Capsicum annuum*, *Capsicum chinense* y *Capsicum frutescens*) producen metabolitos secundarios, tales como las vitamina C, capsaicinoides y carotenos que utilizan para protegerse de factores adversos y pero además las aportaciones de nutrientes y antioxidantes del género *Capsicum* son elementos valiosos para la dieta y salud humana (Broderick y Cooke, 2009; Sánchez *et al.*, 2010). Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar el rendimiento y contenido de antioxidantes en frutos de chile habanero producido bajo condiciones de invernadero y nutrición química suplementada con nutrición orgánica.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el Departamento de Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo Coahuila, México. Se estableció en el ciclo primavera-verano del 2012 en un invernadero donde la humedad relativa fluctuó de 21 a 90 % y la temperatura de 15 a 30 °C, el diseño experimental fue de bloques completos al azar con

arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. Donde se estudiaron las variedades de chile habanero; 1. Campeche, 2 .Palenque y 3. Jaguar (parcela chica) y cinco tratamientos donde se sustituyo él 25 y 50% de potasio sintético, por potasio proveniente de humus y composta (Parcela grande), resultando los siguientes tratamientos de NPK; t1) 240-200-120+50% de humus liquido; t2) 240-200-180+25% humus liquido; t3) 240-200-120+50% lombri-composta; t4) 240-200-180+25% lombri-composta; t5) 240-200-240 NPK (testigo), para el cálculo de las cantidades de nutrientes se utilizo él análisis previamente realizado al humus líquido y lombricomposta., que permitieron calcular las cantidades necesarias de nitrógeno y fosforo sintéticos a utilizar en el trabajo de investigación de acuerdo a la dosis recomendada. Las semillas fueron sembrados en charolas de poliestireno de 200 cavidades el 10 de abril del 2012, se trasplantaron el 18 de mayo en bolsas de polietileno con 16 L de capacidad, dichas bolsas fueron llenados con sustrato inertes peatmoss: perlita con una relación 60:40. El arreglo topológico fue de doble hilera de plantas con una distancia de 1.80 m entre hileras y a 0.35 m entre plantas acomodadas en forma de tresbolillo. Se utilizo sistema de riego localizado con un gasto de 2 L/ h por emisor, cada solución nutritiva fue preparada en un contenedor de 200 L con una bomba de flujo de 600 L/h. Las variables estudiadas fueron rendimiento de fruto por planta, la determinación del contenido de capsaicina en frutos se realizó con el método reportado por Bennet y Kirby (1968), el contenido de vitamina C en frutos se determinó con el método reportado por Padayatt *et al.*, (2001). La cuantificación de carotenoides totales,  $\beta$ -carotenos y xantofilas se determinaron por el método reportado por Silverstein y Webster, (1998). Los resultados obtenidos fueron analizados con el programa estadístico SAS (2002), para Windows versión 9.0 para obtener el análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los tratamientos de nutrición se encontraron diferencias estadísticas significativas en peso de fruto por planta ( $p \leq 0.05$ ), y altamente significativas en vitamina C, carotenoides totales;  $\beta$ -carotenos, xantofilas, pero no se encontraron diferencias significativas en capsaicina y en xantofilas. Además entre variedades se encontraron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) en vitamina C, carotenoides totales;  $\beta$ -carotenos y xantofilas. Éstos resultados indican que los tratamientos de nutrición bajo estudio influyeron de forma diferencial sobre las variables antes indicadas, así mismo se encontraron diferencias altamente significativas entre variedades en las variables de calidad de fruto estudiadas. A fin de mostrar los tratamientos que presentaron el mejor comportamiento en relación a las variables estudiadas se realizó una

comparación de medias (Tukey  $P \leq 0.5$ ), el mayor rendimiento se obtuvo con la nutrición química (Cuadro 1), sin embargo éste fue estadísticamente igual a los tratamientos 2 y 3, lo cual indica que los rendimientos no se afectan significativamente cuando parte de la nutrición química es complementada con las fuentes orgánicas de potasio antes indicadas, resultando el humus líquido de lombriz y la lombri-composta como fuentes orgánicas de nutrientes que pueden contribuir al rendimiento de fruto, los rendimientos logrados coinciden con los obtenidos por Ramírez *et al.*, (2005) quienes indican que en invernadero se pueden alcanzar de 18.642 a 45.150 t ha<sup>-1</sup>, logrando el mayor rendimiento con el uso de reguladores vegetales, los cuales contribuyeron a incrementar el número de flores y frutos por planta. En PFP no se encontraron diferencias estadísticas significativas, mostrando que los tres genotipos tienen rendimientos competitivos y superiores a la media nacional, sin embargo con el uso de invernaderos el rendimiento de chile habanero se puede cuadruplicar (35 t ha<sup>-1</sup>) en comparación con el rendimiento (8 t ha<sup>-1</sup>) que se logra a campo abierto (SIAP, 2012). Por su parte Borges *et al.*, (2010) indican que los mayores rendimientos (15.119 t ha<sup>-1</sup>) se obtuvieron con la dosis de fertilización 240-240-240 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K respectivamente.

El análisis de varianza aplicado a la capsaicina muestra que no se encontraron diferencias significativas entre niveles de nutrición o entre genotipos, sin embargo la el contenido de vitamina C, carotenoides totales y  $\beta$ -carotenos si fueron afectados significativamente ( $p \leq 0.01$ ) tanto por los niveles de nutrición como por el genotipo, el análisis de varianza también muestra que los genotipos responden de forma diferente a los tratamientos de nutrición estudiados. Sin embargo las xantofilas no respondieron a los niveles de nutrición bajo estudio, pero si presentaron contenidos estadísticamente diferentes de un genotipo a otro, además los genotipos respondieron de forma significativamente diferente ( $p \leq 0.01$ ) a los niveles de nutrición estudiados.

La comparación de medias que se presentan en el Cuadro 1, muestra que la variable capsaicina no se ve modificada con el uso productos orgánicos usados en la suplementación de K ya que numéricamente el testigo fue estadísticamente igual al resto de los tratamientos con un rango de 1730.3 a 1857.2  $\mu\text{g gr}^{-1}$ , estos valores son superiores a lo reportado por Broderick y Cooke, (2009).

En ésta investigación se encontró que el tratamiento N1, N3 y N5 fueron estadísticamente iguales en contenido de vitamina C, pero estadísticamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ) de los tratamientos N2 y N4, indicando que los tratamientos de nutrición pueden afectar la concentración de éste importante metabolito secundario, se encontró que el genotipo Palenque y Jaguar fueron iguales estadísticamente pero estadísticamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ) del

genotipo Campeche, lo cual indica que la variación en contenido de vitamina C no solo cambian de acuerdo al tipo de chile (Broderick y Cooke, 2009), también entre genotipos de la misma especie. El contenido de carotenoides en tratamientos con suplemento de potasio de origen orgánico muestra diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ) mostrando que el uso de productos orgánicos mejoran la concentración de este grupo de antioxidantes ya que el testigo fue el que presentó el menor valor 1070.3 mg por 100gr esto concuerda con lo reportado por Kopsell *et al.*, (2009) quienes indican que el régimen nutricional puede influir en la acumulación de carotenoides vegetales.

Entre los tratamientos de nutrición se encontró que el tratamiento 1 ( $6.95 \text{ mg ml}^{-1}$ ) fue estadísticamente superior ( $p \leq 0.05$ ) en el contenido de  $\beta$ -carotenos al resto de los tratamientos, superando en 109% al tratamiento que solo recibió nutrición química (Cuadro 1), por lo tanto es posible afirmar que la suplementación del potasio con el 50% de potasio proporcionado por humus de lombriz, incrementó el contenido de  $\beta$ -carotenos, mejorando la calidad nutricional. En el contenido de Xantofilas no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos de nutrición, sin embargo entre genotipos si se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ), el genotipo Campeche fue estadísticamente superior a los genotipos Palenque y Jaguar en 129 y 160.5% respectivamente, por lo tanto el genotipo Campeche destaca por tener frutos con alta cantidad de carotenoides que contribuyen para lograr alta calidad nutricional de los frutos (Cuadro 1).

## CONCLUSIONES

El uso de abonos orgánicos como complemento de la nutrición química de K, permite lograr rendimientos de fruto de chile habanero, semejantes a los obtenidos con fertilización de K de origen sintética y la calidad nutricional del chile habanero bajo condiciones de invernadero, se ve favorecida por el uso de aportaciones de K de origen orgánico.

Cuadro 1. Comparación de medias del factor A y el factor B de las variables de rendimiento de fruto y calidad bioquímicos-antioxidantes en chile habanero cultivado en invernadero.

Tratamientos de nutrición			PPF (gr)	Caps. $\mu\text{g/gr}$	vit.C $\text{mg}/100\text{g}$ .	Carot $\text{mg}/100$	$\beta$ -caro $\text{mg}/\text{ml}$	Xant $\mu\text{g}/$
N	P	K						
240-200-120+50%	humus	liquido	803.2b	1734.7.	198.1a	1695.3ab	6.9a	36.4
240-200-180+25%	humus	liquido	883.9a	1736.8	148.9c	1553.4b	5.4b	38.6
240-200-120+50%	lombriz-		876.5a	1730.3	200.2a	1290.0b	4.3bc	39.2
240-200-180+25%	lombriz-		769.1b	1799.3	163.6b	2338.0a	3.7c	30.7
240-200-240npk	(testigo)		1010.4	1857.2	199.3a	1070.3b	3.3c	27.4
<b>Variedades</b>								
Campeche			840.1	1749.2	170.7b	21.66.5a	6.1a	56.8
Palenque			873.1	1772.9	186.4a	1395.8 b	4.4b	24.8
Jaguar.			892.7	1792.9	188.9a	1206.0b	3.7b	21.8

\*Las medias con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente (Tukey,  $\alpha = 0.05$ ), PPF= peso de fruto por planta; Caps= Capsaicina; vit.C= Vitamina C; Carot= carotenoides totales;  $\beta$ -caro=  $\beta$ -carotenos; Xant= xantofilas. caccarotenoscarotenos; Xant= xantofilas, carotenoides totales,  $\beta$ -caro:  $\beta$ -carotenos, Xant : xantofilas

**BIBLIOGRAFÍA**

- Abou, A. F. H.; Mohamed, A. O.; Fattah I. A. A. y Mohamed, E. S. 2001. Effect of composted greenhouse wastes on macro-nutrients concentration and productivity of cucumber. Acta Hort. (ISHS) 549:123-130 [http://www.actahort.org/books/549/549\\_13.htm](http://www.actahort.org/books/549/549_13.htm)
- Bennet, D. J. and G. W. Kirby. 1968. Constitution and biosynthesis of capsaicin. Journal of the Chemical Society (C): 442-446.
- Broderick, C. E. and Cooke, P. H. 2009. Fruit composition, tissues, and localization of antioxidants and capsaicinoids in *Capsicum* Peppers by Fluorescence Microscopy. Acta Hort. (ISHS) 841:85-90. [http://www.actahort.org/books/841/841\\_7.htm](http://www.actahort.org/books/841/841_7.htm).
- Corona, T. T.; García, V. A.; Castillo, G. F.; Montero, T. V. Y Azpiroz, H. S. R. 2000. Caracterización isoenzimática de la diversidad genética de colectas de Chile (*Capsicum Annuum* L. Y *Capsicum Chinense* Jacq.). Revista Chapingo Serie Horticultura 6(1): 5-17
- [FAO.2009](#). Secretaría del Foro de Alto Nivel de Expertos Cómo alimentar al mundo en 2050. Roma 12-13 octubre 2009. www.
- Galli, F., D. D. y Pomper, K. W. 2007. Pawpaw: an old fruit for new needs. Acta Hort. (ISHS) 744:461-466 [http://www.actahort.org/books/744/744\\_56.htm](http://www.actahort.org/books/744/744_56.htm)
- Gómez, L. B.; Soria, F. M.; Casanova, V. V.; Villanueva, C. E. y Pereyda, P. G.; 2008. Correlación y calibración del análisis de fósforo en suelos de Yucatán, México, para el cultivo de Chile habanero. Agrociencia: 1 de Enero - 15 De Febrero.
- Hernández, H. A. 2011. Ácidos húmicos y fúlvicos en la producción hidropónica de Chile manzano (*Capsicum Pubescens* R Y P) En Invernadero. Tesis de Maestría. Colegio De Posgraduados. Montecillo. Edo. México, México.
- Kopsell, D. A., M. G. Lefsrud and D. E. Kopsell. 2009. Pre-harvest cultural growing conditions can influence carotenoid phytochemical concentrations in vegetable crops. Acta Hort. 841:283-294.
- Padayatt, S. J., R. Daruwala, Y. Wang, P. K. Eck, J. Song, W. S. Koh y M. Levine. 2001. Vitamin C: from molecular actions to optimum intake. In: Handbook of Antioxidants. CADENZAS, E.; PACKER, I. (eds) 2nd edition. CRC Press. Washington DC, USA. pp 117-145.
- Ramírez, E. L.; C. de la Cruz, C. A.; Aceves, E, N. y Carrillo. A. E. 2005. Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en Chile habanero. Revista Chapingo Serie Horticultura 11(1): 93-98, 2005.
- Rodríguez, D. N.; Cano, R. P.; Figueroa, V. U.; Favela, C. E.; Moreno, R. A.; Márquez, H. C.; Ochoa, M. E. y Preciado, R. P. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra Latinoamericana. 27(4):.
- Sánchez, S. H.; González, H. V. A.; Cruz, P. A. B.; Pérez, G. M.; Gutiérrez, E.M. A.; Gardea, B. A. A.; Gómez, L. M. Á. 2010. Herencia de capsaicinoides en Chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.). Agrociencia 44: 655-665.
- SIAP (Servicio de Inspección Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Anuario estadístico de la producción de Chile habanero en condiciones de invernadero. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350).
- Silverstein, R. M. and F. X Webster, 1988. Spectrometric identification of organic. Six Edition. Ed. John Wiley and Sons, N.Y.
- Szmidt, R. A. K. Y Fox, C. 2001. Interdependencies for process control and compost quality. Acta Hort. (ISHS). 549:55-60. [http://www.actahort.org/books/549/549\\_5.htm](http://www.actahort.org/books/549/549_5.htm)
- Tun, D. J. C. 2001. Chile habanero, características y tecnología de producción. Centro de Investigación Regional del Sureste, INIFAP., SAGARPA., Tabasco, México. p 18-24.
- Wang, S. Y. 2010. Maximizing antioxidants in fruits. Acta Hort. (ISHS) 877:81-93 [Http://www.actahort.org/books/877/877\\_5.htm](http://www.actahort.org/books/877/877_5.htm)

## IDENTIFICACIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES LIBERADOS POR FLORES, HOJAS Y FRUTOS DE CHILE

Luis Antonio Díaz García<sup>1†</sup>, Guillermo Sánchez Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, km. 32.5, Carretera Aguascalientes-Zacatecas. 20660. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

<sup>†</sup>diaz.antonio@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

Los semioquímicos son compuestos que intervienen en la comunicación entre organismos a través de señales químicas (Price, 1997). El uso de volátiles de plantas hospederas y no hospederas, así como de feromonas y otros semioquímicos, es una estrategia viable y ecológicamente benigna para el control de plagas agrícolas y forestales (Witzgall *et al.*, 2010). El uso de semioquímicos para el control y monitoreo de plagas se fundamenta en los efectos conductuales que ciertos compuestos volátiles, producidos naturalmente por una planta, tienen sobre una plaga específica, así como el efecto de los compuestos producidos por la misma plaga y que afectan otros individuos de la misma especie (feromonas) o de otras especies (kairomonas) (Howse *et al.*, 1998; Reddy y Guerrero, 2004; de Bruyne y Baker, 2008). Estos mecanismos químicos de comunicación fueron moldeados por la selección natural durante miles de años haciéndolos altamente especie-específicos, por lo cual la ventaja de las estrategias de control basadas en estos compuestos es tener un efecto totalmente dirigido a la plaga objeto de control y se evitan daños ambientales colaterales, sobre todo los relacionados con la afectación de insectos benéficos (Cardé y Haynes, 2004). Otra propiedad del uso de semioquímicos volátiles es su acción a muy bajas concentraciones (Witzgall *et al.*, 2010).

El desarrollo de nuevos compuestos químicos naturales potencialmente útiles para estrategias de control y monitoreo de plagas puede ser abordado desde diferentes metodologías; una de las más usadas se basa en la identificación de los volátiles producidos por un cultivo en específico, considerando que algunos de los compuestos liberados por la planta tiene un efecto electrofisiológico (que resulta en atracción) en alguna de sus plagas huésped. La cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas (GC-MS) se utiliza para la identificación de volátiles, asimismo el uso de la microextracción en fase sólida (SPME) maximiza la extracción de volátiles presentes en la atmósfera gaseosa (*Headspace*) adyacente a un tejido vegetal (Shimizu y Uchida, 1997; Szmigielski *et al.*, 2011; Leroy *et al.*, 2012). No obstante, la predilección que un insecto plaga tiene por órganos vegetales específicos de su cultivo hospedero tiene relación con la producción diferencial de volátiles a través de los



diferentes órganos o estructuras de la planta (flor, fruto, hoja, raíz, tallo). El objetivo del presente estudio fue la identificación de semioquímicos volátiles de hojas, flores y frutos de chile tipo ancho.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Muestras**

Las muestras vegetales analizadas fueron hojas, flores y frutos de chile tipo ancho variedad Duque, cultivado en invernadero en el INIFAP Campo Experimental Pabellón, en Aguascalientes, México. Las plantas de chile fueron sembradas el 9 de marzo de 2014. Las muestras fueron cortadas con tijeras tratadas con etanol y se introdujeron en viales de 2 ml (Agilent Technologies) hasta ocupar aproximadamente 70 % del volumen total. Inmediatamente se transportaron al laboratorio y se mantuvieron 60 min a 50 °C.

### **Optimización de la microextracción en fase sólida**

Después de los 60 min de tratamiento térmico (para maximizar la liberación de volátiles), se expuso por 10 min una microfibrilla de Polidimetilsiloxano/Carboxen/Divinilbenzeno (PDMS/CAR/DVB 100 $\mu$ , Supelco) a la atmosfera interna del vial para la extracción de volátiles. Tanto la duración y temperatura del tratamiento térmico para la extracción de volátiles, así como el tipo de microfibrilla y tiempo de exposición de la misma fueron definidos después de un proceso de estandarización para obtener la mayor cantidad de compuestos químicos posibles. Todas las microfibrillas utilizadas fueron preacondicionadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, asimismo, se realizaron corridas blanco previas a cada tratamiento con volátiles.

### **Parámetros del GC-MS y adquisición de datos**

Después de exponer la microfibrilla a la atmosfera interna del vial, ésta se introdujo en el *inlet* del GC-MS, se mantuvo por 1 min y se inicio el programa del equipo. El cromatógrafo de gases utilizado fue un 7820A GC System, acoplado a un espectrómetro de masas 5,975 Series MSD, ambos de Agilent Technologies. Los parámetros fueron los siguientes: temperatura del *inlet* 270 °C, presión 7.65 psi, flujo 1 ml por minuto, columna capilar HP-5MS (5 % Phenyl Methyl Silox) de 30 m x 250  $\mu$ M x 0.25  $\mu$ M y helio como fase móvil. El programa de temperaturas del cromatógrafo de gases fue: temperatura inicial 50 °C, rampa de 8 °C por minuto hasta 150 °C, mantener 2 min, después, rampa de 20 °C por minuto hasta 230 °C. Los parámetros del

espectrómetro de masas fueron: detección en modo *scan*, lectura en el intervalo de masa/carga 40-1050, umbral de detección 150.

La adquisición de datos se hizo con el software MSD ChemStation (Agilent Technologies), provista para la operación del GC-MS. La integración de los cromatogramas obtenidos se realizó en el software DataAnalysis (Agilent Technologies), también del equipo GC-MS. El proceso de identificación se hizo comparando los espectros de masas con la base de datos NIST/EPA/NIH. Adicionalmente, se depuraron los compuestos con calidad en el proceso de identificación menor a 80 %. Finalmente, se hizo una análisis de similitud para estimar la distancia euclidiana entre compuestos volátiles y estructuras vegetales, asimismo se realizó un análisis de agrupamiento mediante UPGMA; ambos análisis fueron realizados en Matlab R2013a (Mathworks Inc.).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Identificación de volátiles producidos por hoja, flor y fruto de chile

Se identificaron 32 compuestos químicos (Cuadro 1), todos ellos con una certeza en el proceso de identificación de al menos 70 %. Se obtuvieron 23 compuestos de la flor, 18 de fruto, y 10 de hoja. Sólo 44 % de los compuestos identificados son producidos por al menos dos de las estructuras vegetales analizadas. Del total de los compuestos liberados por la flor, 43 % de éstos no se identificaron en fruto y hoja. Por otro lado, 28 % de los compuestos liberados por el fruto no se identificaron en flor y hoja. Finalmente, 30 % de los compuestos obtenidos de hoja no fueron identificados en flor y fruto.

Cuadro 1. Identidad y proporción de los compuestos volátiles liberados por flor, fruto y hoja de chile tipo ancho.

ID	Compuesto	TR†	Área integrada (%)		
			Flor	Fruto	Hoja
1	1,1,3,3,5,5-Hexamethyl-cyclohecasiloxano	2.7	5.0	2.3	4.5
2	N-ethyl-1,3-dithioisindoline	3.5	3.6	-	-
3	Methyl N-hydroxybenzenecarboximidoate	4.0	2.4	-	-
4	Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	5.9	5.9	5.8	2.9
5	β-cis-Ocimene	6.6	1.2	-	-
6	β-Ocimene Y	6.7	33.3	40.3	-
7	p-Cymenene	7.6	2.3	2.6	-
8	11H-Dibenzo[b,e][1,4]diazepin-11-one, 5-(3-aminopropyl)-5,10-	8.0	1.3	1.2	0.6
9	allo-Ocimene	8.3	3.5	3.4	-
10	Dimethylsiloxane pentamer	8.8	1.7	1.5	1.0
11	2-methoxy-3-(2-methylpropyl)-Pyrazine	9.3	0.3	0.4	-
12	Methyl salicylate	9.6	2.4	0.7	-
13	7-[(4'-Formphenyl)ethynyl]-10-methyl-10H-phenothiazine	10.5	0.4	-	0.1
14	6-Monoacetylmorphine	10.8	0.3	-	-
15	Dodecamethylcyclohexasiloxane	10.8	0.6	1.3	-
16	Tetradecane	12.4	0.8	-	-

17	.+/.-2-Methoxy-3,8-dioxocephalotax-1-ene	13.1	0.5	-	-
18	Undecanoic acid isopropyl ester, 10-hydroxy-11-morpholin-4-yl-	13.9	1.1	-	-
19	Cycloheptasiloxane, tetradecamethyl-	14.9	0.4	0.7	0.7
20	Pentan-1,3-dioldiisobutyrate, 2,2,4-trimethyl-	16.4	2.7	0.4	-
21	Phenol, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-(1-methylpropyl)-	16.9	3.0	-	-
22	2,2-Dimethyl-4-phenyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran	17.5	0.5	-	-
23	Tricyclo[3.3.3.0(1,5)]undec-6-ene-2,3,6-tricarbonitrile	17.7	0.6	-	-
24	2-ethoxy-4,6-dichloro-symmtriazine	4.8	-	1.5	-
25	β-Cymene	6.4	-	1.6	-
26	Undecanoic acid propyl ester, 10-hydroxy-11-morpholin-4-yl-	13.7	-	0.6	-
27	2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-(1-oxopropyl)phenol	16.9	-	2.7	-
28	1,2-Benzenedicarbonitrile, 4-[[3-(4-morpholinyl)propyl]amino]-5-	17.2	-	0.7	-
29	Pyridine, 4-[5-(2-methoxyphenyl)-[1,3,4]oxadiazol-2-yl]-	17.0	-	0.4	0.2
30	cis-3-Hexene-1-ol	3.6	-	-	42.4
31	Decamethyltetrasiloxane	7.3	-	-	0.2
32	3-Chloro-4-methyl-7-	10.8	-	-	0.1

† TR=tiempo de retención promedio, expresado en minutos.

†† Área percentil bajo la curva; calculada de manera independiente para cada cromatograma obtenido.

La Figura 1a muestra los cromatogramas obtenidos de hoja, flor y fruto de chile tipo ancho. Para cada una de las estructuras vegetales, los compuestos volátiles se identificaron comparando su espectro de masas con la base de datos NIST/EPA/NIH. Tanto en el Cuadro 1 como en los paneles derechos de la Figura 1 es posible apreciar como la flor produjo la mayor cantidad de volátiles, mientras que en la hoja se identificaron una menor proporción.

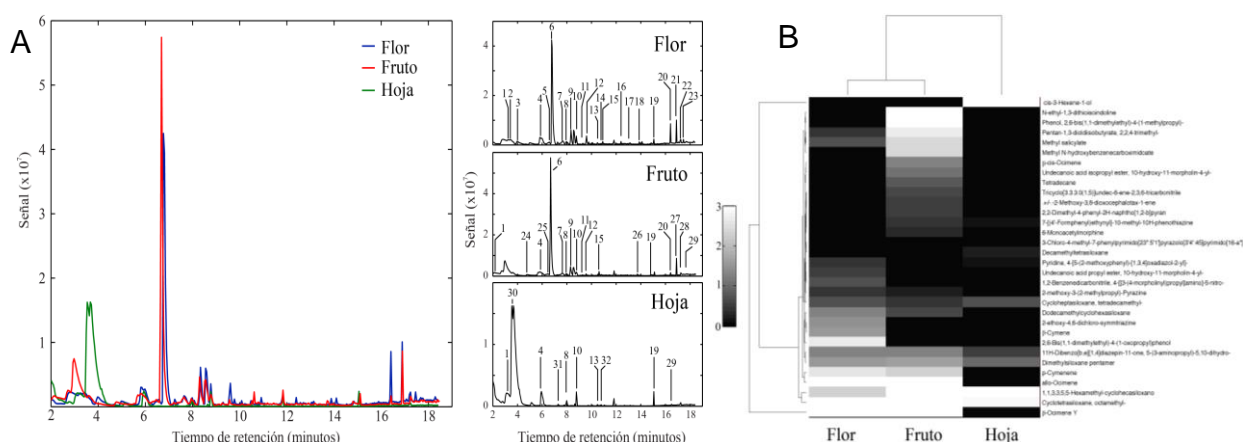


Figura 1. (A) Cromatogramas correspondientes a los volátiles producidos por flor, fruto y hoja de chile tipo ancho. La numeración de picos de los cromatogramas del panel derecho corresponden a los compuestos señalados en el Cuadro 1. (B) Análisis de agrupamiento de volátiles identificados y estructuras vegetales de chile.

### Análisis de agrupamiento de volátiles y estructuras vegetales

En la Figura 1B se muestra un análisis de *clustering* (distancia euclidiana, y agrupamiento mediante UPGMA) en el que se agruparon tanto volátiles identificados como estructuras vegetales.

De acuerdo al análisis de agrupamiento, la flor y el fruto presentan la mayor similitud de volátiles producidos. Dentro de los compuestos químicos identificados sólo en estas dos estructuras y que además, se liberan en similares cantidades, se encuentran: 2-metoxi-3-(2-methylpropyl)-pirazina, dodecametilciclohexasiloxano, p-cimeno, allo-ocimeno y  $\beta$ -ocimeno. Este último compuesto tuvo la mayor proporción de área bajo la curva (33.3% para flor y 40.3% para fruto). Entre los compuestos mayormente liberados por la flor y que no se identificaron en fruto se encuentran el  $\beta$ -cimeno, el 2,6-Bis (1,1-dimetil-etil)-4-(1-oxopropil) fenol y el 2-etoxi-4,6-dicloro-simtriazina. Por otro lado, el compuesto que se identificó únicamente en hoja y al que corresponde la mayor proporción de área integrada es cis-3-hexeno-1-ol, con 42.4%.

Existen diversos estudios en los que se han identificado los volátiles producidos por diversos tipos de chile (Sousa *et al.*, 2006; Pino *et al.*, 2007; Forero *et al.*, 2009). En la mayoría de los estudios realizados, existe una gran diferencia en los compuestos identificados, en gran medida debido a que se analizaron diferentes tipos de chile o fueron utilizadas estrategias de extracción distintas. Sin embargo, dentro de los compuestos comúnmente identificados se encuentran: limoneno,  $\beta$ -ocimeno, ésteres derivados del ácido butanoico,  $\beta$ -citronelleno, (E)-2-hecanel, hexil 3-metilbutanoato, (Z)-3-hexenil 3-metilbutanoato, 3,3-dimetilciclohexanol, ácido hexadecanoico, entre otros. Algunos de estos compuestos fueron identificados en nuestro análisis; sin embargo, la diferencia con otros estudios realizados referente al tipo de compuestos identificados es esperada. Es importante recalcar que no existen estudios previos en los que se hayan identificado volátiles para diferentes estructuras vegetales de Chile.

## CONCLUSIONES

La liberación de volátiles varía significativamente en cada una de los órganos vegetales de Chile incluidos en este estudio. En promedio, el 33% de los compuestos identificados es liberado únicamente por un tipo de órgano vegetal. Este estudio muestra volátiles que podrían mediar el fenómeno de atracción cultivo-plaga, y que son factibles en pruebas de electroantenografía y campo para el desarrollo de nuevos compuestos para el control y monitoreo de plagas agrícolas.

## BIBLIOGRAFÍA

Cardé, R. T., and K. F. Haynes. 2004. Structure of the pheromone communication channel in moths. *In*: Cardé R. T., and J. G. Millar (eds). *Advances in insect chemical ecology*. Cambridge: Cambridge University Press. pp: 283–332.

De Bruyne, M., and T. C. Baker. 2008. Odor detection in insects: volatile codes. *J. Chem. Ecol.* 23: 882-297.

- Forero, M., C. E. Quijano, and J. A. Pino. 2009. Volatile compounds of chile pepper (*Capsicum Annuum* L. Var. *Glabriusculum*) at two stages. *Flavour Frag. J.* 24 (1): 25–30.
- Howse, P. E., I. D. R. Stevens, and O. T. Jones. 1998. *Insect pheromones and their use in pest management*. Ed. Chapman and Hall. Londres. 369 p.
- Leroy, P. D., T. Schillings, J. Farmakidis, S. Heuskin, G. Lognay, F. J. Verheggen, Y. Brostaux, E. Haubruge, and F. Francis. 2012. Testing semiochemicals from aphid, plant and conspecific: attraction of *Harmonia Axyridis*. *Insect Science* 19: 372–82.
- Pino, J., M. González, L. Ceballos, A. R. Centurión-Yah, J. Trujillo-Aguirre, L. Latournerie-Moreno, and E. Sauri-Duch. 2007. Characterization of total capsaicinoids, colour and volatile compounds of Habanero Chilli Pepper (*Capsicum Chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan. *Food Chem.* 104 (4): 1682–86.
- Price, P. W. 1997. *Insect Ecology*. 3a Ed. John Wiley & Sons, New York. 898 p.
- Reddy, G. V. P, and A. Guerrero. 2004. Interactions of Insect Pheromones and Plant Semiochemicals. *Trends Plant Sci.* 9: 253–61.
- Shimizu, T., and M. Uchida. 1997. Application of headspace gas-chromatography for the analysis of volatile compounds in citrus peel. *Bull. Shikoku Natl. Agric. Exp. Stn.* 61: 51–65.
- Sousa, E. T., C. C. Martins, F. Santos, and J. B. de Andrade. 2006. Multivariate optimization and HS-SPME/GC-MS analysis of VOCs in red, yellow and purple varieties of *Capsicum Chinense* Sp. Peppers. *Microchemical J.*, 82:142–49.
- Szmigielski, R., K. J. Rudziński, M. Cieslak, and B. Maciejewska. 2011. Identification of volatiles from *Pinus Silvestris* attractive for *Monoctonus galloprovincialis* using a SPME-GC/MS platform. *Environ. Sci. Pollut. R.* 19(8): 2760-2769.
- Witzgall, P., P. Kirsch, and A. Cork. 2010. Sex pheromones and their impact on pest management. *J. Chem. Ecol.* 36: 80–100.

## CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA RESINA DE *Pinus leiophylla* ANTE EL ATAQUE DE *Dendroctonus mexicanus*

Luis Antonio Díaz García<sup>1†</sup>, Guillermo Sánchez Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, km. 32.5, Carretera Aguascalientes-Zacatecas. 20660. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

†diaz.antonio@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

Los descortezadores de los géneros *Dendroctonus* e *Ips*, son los principales insectos plagas de los bosques de coníferas. Díaz *et al.*, 2006 reportaron la muerte de miles de arboles ocasionando daños ecológicos así como pérdidas económicas importantes.

El descortezador *Dendroctonus mexicanus* es una de las especies que genera más daños en bosques y plantaciones forestales; se encuentra distribuido en los climas templados y de transición, y es el responsable de la devastación de los bosques de pino en México y América Central (Ascencio y Serrato, 1993b; Landaverde, 2001).

*Dendroctonus mexicanus* presenta varias generaciones al año, el tiempo de generación varía dependiendo de la temperatura del año y condiciones de desarrollo, desde 42 hasta 125 días (Cibrián *et al.*, 1995).

En un ciclo de vida típico está caracterizado por los siguientes eventos. Inicialmente las hembras son las que seleccionan sus hospedantes, en los cuales practican orificios en las placas de corteza hasta llegar al floema; si el árbol es vigoroso puede rechazarlas e incluso ahogarlas en la resina que expulsa como consecuencia de la horodación y el ataque. En contraste, si no hay un mecanismo de defensa adecuado, las hembras atacantes inician un proceso de liberación de feromonas de agregación para la atracción de machos y hembras al árbol atacado. Cuando las hembras logran penetrar hasta el floema del árbol, estas comienzan a alimentarse y a liberar esporas de hongos manchadores del género *Ophiostoma*, las cuales germinan y producen hifas que bloquean los conductos de resina y las traquideas transportadoras de agua. Su acción permite mejores condiciones de vida para el insecto, tanto de adultos como de estados juveniles (Cibrián *et al.*, 2007).

Después de copular, la hembra inicia el proceso de ovoposición para el cuál, avanza entre el cambium y el floema (hacia arriba o hacia abajo del fuste del árbol). En una de las paredes laterales del sitio más avanzado de su galería y en el floema hace una muesca o nicho, en el que deposita un huevecillo que después tapa con fragmentos de floema (Cibrián *et al.*, 1995).

Al romperse el huevo, las larvas perforan hasta el floema, y a medida que crecen, avanzan gradualmente hacia la corteza exterior seca.

La reacción de los pinos atacados por *Dendroctonus mexicanus* como por otros descortezadores, se hace evidente mediante la resina que segrega el árbol del lugar donde barrenó el insecto y se confirma por los grumos que sobresalen de la corteza (Saldaña, 1989).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Resina analizada

Se analizaron dos muestras de resina liberada por *Pinus leiophylla*, una procedente de un árbol seriamente atacado por *D. mexicanus*, y otra procedente de un árbol sin ataque aparente. Los pinos de los cuales se obtuvieron las muestras de resina se encuentran ubicados en la Sierra Fría, en el municipio de San José de Gracia, Aguascalientes. Como se mencionó en la Introducción, los arboles atacados segregan resina mezclada con excremento de los insectos de *D. mexicanus*. Esta resina fue colectada con una punta de micropipeta estéril y almacenada en un vial de 1.7 ml para su posterior análisis. Considerando que los árboles sanos no producen resina, se realizó lo siguiente. Se retiró un trozo cuadrada de corteza de aproximadamente 20x20 cm. Se instaló un deposito de papel aluminio para captar el escurrimiento gradual de resina. Después de siete días, se colectó la resina producida y se depositó en un vial de 1.7 ml para su posterior análisis.

### Preparación de resina para análisis de Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (GC-MS).

La resina obtenida de campo se almacenó en viales de vidrio de 1.7 ml. Para preparar las resinas obtenidas para su análisis en GC-MS se hicieron diluciones aproximadas 1:20 con hexano grado HPLC. Las diluciones se agitaron para homogeneizar completamente las muestras y posteriormente ser inyectadas en el GC-MS.

### Parámetros del GC-MS y adquisición de datos

De cada una de las resina se inyectaron dos repeticiones de 1ml de muestra. El cromatógrafo de gases utilizado fue un 7820A GC System, acoplado a un espectrómetro de masas 5975 Series MSD, ambos de Agilent Technologies. Los parámetros fueron los siguientes: temperatura del *inlet* 270 °C, presión 7.65 psi, flujo 1 ml por minuto, columna capilar HP-5MS (5 % Phenyl Methyl Silox) de 30 m x 250 µM x 0.25 µM y helio como fase móvil. El programa de temperaturas del cromatógrafo de gases fue: temperatura inicial 40 °C, rampa de 5 °C por

minuto hasta 150 °C, mantener 2 min, después, rampa de 20 °C por minuto hasta 230 °C. Los parámetros del espectrómetro de masas fueron: detección en modo *scan*, lectura en el intervalo de masa/carga 40-1050, umbral de detección 150.

La adquisición de datos se hizo con el software MSD ChemStation (Agilent Technologies), provista para la operación del GC-MS. La integración de los cromatogramas obtenidos se realizó en el software DataAnalysis (Agilent Technologies), también del equipo GC-MS. El proceso de identificación se hizo comparando los espectros de masas con la base de datos NIST/EPA/NIH. Adicionalmente, se depuraron los compuestos con calidad en el proceso de identificación menor a 80 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Compuestos identificados

Se identificaron 48 compuestos químicos en la resina procedente del pino sano, y 60 compuestos de la resina del pino atacado. De los 108 compuestos identificados, 78 son únicos. En el Cuadro 1 se muestran los compuestos obtenidos, el tiempo de retención correspondiente y su área integrada.

Cuadro 1. Compuestos identificados en resina de *Pinus leiophylla* sano y atacado por *Dendroctonus mexicanus*.

COMPUESTO	TIEMPO DE RETENCIÓN (MINUTOS)	ÁREA BAJO LA CURVA (%)	
		RESINA ÁRBOL SANO	RESINA ÁRBOL ATACADO
Hexane	1.9598	8.4492	-
Cyclotrisiloxane, hexamethyl-	4.2294	0.0231	-
Tricyclene	6.7608	1.0845	1.0845
.alpha.-Fenchene	7.2409	32.893	-
Camphene	7.59	2.2173	-
2-.BETA.-PINENE	8.332	1.0485	1.0485
.beta.-Myrcene	8.7248	0.1513	0.1513
I-Phellandrene	9.074	0.0497	-
dl-Limonene	9.8596	1.2535	-
cis-Ocimene	10.1214	0.4002	3.0161
.ALPHA.-TERPINOLENE	11.6054	0.6555	-
LINALOOL L	11.9545	3.0161	0.384
Undecane, 4,6-dimethyl-	12.391	0.6412	-
2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-, (E,Z)-	12.7838	0.6716	-
trans-Pinocarveol	13.0893	0.384	-
Cyclopentasiloxane, decamethyl-	13.6131	0.1099	-



endo-Borneol	13.8749	0.2276	-
.alpha.-Terpineol	14.5733	0.0744	-
Estragole	14.7915	0.6861	-
l-Verbenone	15.097	0.0824	0.2076
TRANS-(+)-CARVEOL	15.3589	0.2503	-
Carveol	15.708	0.118	-
2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-	16.1009	0.0588	-
Benzene, 1,3-bis(1,1-dimethylethyl)-	16.3627	0.2076	0.0692
Dodecane, 2,6,11-trimethyl-	17.061	0.2947	-
Octadecane	17.4538	0.0633	0.0325
pentadecane	18.5886	0.1082	-
Eicosane	18.8069	0.0692	0.0145
Tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-ene, 2,6,6,9-tetramethyl-. (1R.2S.7R.8R)-	19.0687	0.8536	0
(+)-LONGICYCLENE	19.5924	1.6102	-
.alpha.-Gurjunene	19.8543	0.0325	-
1,4-Methano-1H-indene, octahydro-4-methyl-8-methylene-7-(1-methylethyl)-. [1S-(1	20.1162	0.6899	0.091
Isolongifolene	20.6399	14.2217	-
trans-.beta.-Farnesene	21.6874	0.4457	0.6269
1-Dodecanol	22.1239	1.7782	-
1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8-hexahydro-3.5.5.9-tetramethyl-. (R)-	22.9095	0.091	0.4524
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-	23.1277	0.2882	-
Allyl Cyclohexyl carbonate	24.7862	0.0551	-
Longiborneol	25.3536	0.6269	0
2-Himachalen-6-ol	26.0956	0.1588	-
acrylic acid dodecanyl ester	26.5757	0.4524	-
Octadecane	26.7939	0.115	0.0551
Eicosane	26.9248	0.0499	-
Nonadecane	27.2304	0.1022	0.4457
Heptane	3.0072	-	8.4492
2-Methyl-5H-dibenz[b,f]azepine	4.7094	-	0.0231
3-Carene	7.4154	-	32.893
Camphene	7.8082	-	2.2173
Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	9.1175	-	0.0497
1,5,8-p-menthatriene	9.2921	-	1.2535
.ALPHA. TERPINENE	9.6413	-	0.4002
Limonene	9.9904	-	0.6555
.gamma.-Terpinene	10.8197	-	0.6412
.ALPHA.-TERPINOLENE	11.6926	-	0.6716
1-Decanol, 2-hexyl-	12.4782	-	0.1099
trans-4-methoxy thujane	12.6092	-	0.2276

.alpha.-Campholenal	12.7838	-	0.0744
Verbenol	13.2202	-	0.6861
endo-Borneol	13.9622	-	0.0824
Benzenemethanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-	14.4859	-	0.2503
.alpha.-Terpineol	14.6605	-	0.118
Estragole	14.8787	-	0.0588
Benzaldehyde, 4-(1-methylethyl)-	15.4898	-	0.2947
cis-Carveol	15.7516	-	0.0633
Tridecane	16.1008	-	0.1082
Heptane, 2,4-dimethyl-	16.6245	-	0.8536
Anethole	17.2792	-	1.6102
Phenol, 3-methyl-5-(1-methylethyl)-, methylcarbamate	18.0648	-	0.6899
.alpha.-Longipinene	19.0687	-	0.0211
(+)-LONGICYCLENE	19.636	-	1.7782
.beta.-Selinene	19.8543	-	0.2006
Isolongifolene	20.6399	-	0.2882
(+)-CALARENE OR (+)-.BETA.-GURJUNENE	20.989	-	0.11
Cyclododecane	22.1238	-	0.1588
NOTHOSMYRNOL	23.1276	-	0.115
1-formyl-2,2-dimethyl-3-trans-(3-methyl-2-buten-1-yl)-6-methylene cyclohexane ([4,4,10.beta.-Trimethyl-7-methylidene-(trans)-decal-3.beta.-oll-7-spiro[1'-cvcl	24.6116	-	0.0499
9-Octadecenamide	24.8298	-	0.1022
	26.8375	-	1.77

### Cambios en los compuestos químicos identificados

Este reporte es el primero realizado en el que se identificaron cambios importantes en la presencia de compuestos químicos presentes en la resina tras el ataque del descortezador *D. mexicanus*. Los compuestos identificados en mayor cantidad en la resina procedente del árbol sano y que no se encontraron en la resina del atacado fueron  $\alpha$ -fencheno con 32.9% de área, y Isolongifoleno, con 14.22% de área integrada. Por otro lado, el compuestos 3-careno se identificó en grandes proporciones (32.9%) en resina de pino atacado y no en resina de pino sano.

### CONCLUSIÓN

Se identificaron los compuestos químicos presentes en resinas procedentes de *Pinus leiophylla* sano y atacado por el descortezador *Dendroctonus mexicanus*. Existen diferencias importantes en los compuestos identificados, encontrando únicamente 34 compuestos presentes únicamente en la resina del árbol atacado. Dentro de estos compuestos, es posible que se

encuentren compuestos con potencial para su uso en estrategias de control y monitoreo de la plaga mediante trampeo con feromonas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- ASCENCIO, C. V. y B. SERRATO B. 1993b. Fosfuro de aluminio para el control de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins en *Pinus pringlei* Shaw. SARH. Folleto técnico No. 2. 19 p.
- CIBRIÁN, T. D., J. MÉNDEZ M., R. CAMPOS B., H.O. YATES III y J. FLORES L. 1995. Insectos Forestales de México/Forest Insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, United States Department of Agriculture, Natural Resources Canada y Comisión Forestal de América del Norte. 455 p.
- CIBRIÁN T. D., ALVARADO R. D., y D. S. GARCÍA. 2007. Enfermedades forestales en México/Forest diseases in Mexico. Universidad Autónoma Chapingo; CONAFOR-SEMARNAT, México; Forest Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México. 587 p.
- DÍAZ, N. V., G. SÁNCHEZ. M. y N. GILLETTE. 2006. Respuesta de *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) a dos isómeros ópticos de berverona. Centro de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Aguascalientes. *Agrociencia* 40: 349-354.
- LANDAVERDE T. R. 2001. Los escarabajos descortezadores del Género *Dendroctonus* Erickson. Plaga de las pináceas en Centroamérica. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Dirección Técnica de Sanidad Vegetal, San Salvador, El Salvador. 31 p.

---

---

## BALANCE ENTRE EL GASTO DE AGUA PARA USO DOMESTICO Y PRODUCCION DE MANZANA EN CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA MEDIANTE FOTOINTERPRETACIÓN

**Juan Carlos Enríquez Venzor<sup>1</sup>, Luis Carlos Alatorre Cejudo<sup>1</sup>, Lara Wiebe Quintana<sup>1</sup>, Jesús Amado Alvarez<sup>1-2</sup>, Cesar Arturo Gutierrez Ramos<sup>1</sup> y Juan José Alarcón Cabanero<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Unidad Multidisciplinaria de la UACJ en Cuauhtémoc- Licenciatura en Geoinformática, Km 3.5 Carretera Cuauhtémoc-Anáhuac S/N Domicilio conocido Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido Cuauhtémoc C.P. 31600 Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel 0052+625-128-17-00, e-mail:

<sup>2</sup>Departamento de Riegos, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Campus Universitario de Espinardo, 30100, Murcia España.

### INTRODUCCIÓN

El abastecimiento de agua es uno de los principales aspectos que aseguran la sustentabilidad de las ciudades en el mundo. Las limitaciones del medio ambiente son consideradas como una de las principales causas de movimientos poblacionales, principalmente en las zonas secas donde el agua y no la tierra son el factor limitante (Shah, 2010). En México el 75 % de su población reside en localidades urbanas y la proyección de los datos de crecimiento demográfico al año 2030 muestra que el mayor crecimiento de la población será en las zonas urbanas (Arreguin, *et al.*, 2010).

De manera inversa al crecimiento demográfico, la disponibilidad de agua per cápita disminuye cada vez más. En México la disponibilidad de agua per cápita se redujo del año 1950 al año 2010 de 18,035 m<sup>3</sup> de agua anualmente a solamente 4,210 m<sup>3</sup> por cada habitante del país; y según las proyecciones de población realizadas para el año 2030, la disponibilidad de agua sería de 3,783 m<sup>3</sup> por habitante y por año (CNA, 2008). De acuerdo con los resultados obtenidos por Díaz (2011) y Verbist K., (2010) es válido afirmar que todo el norte del país está bajo algún tipo de aridez y que el estado de Chihuahua en la mayor parte de su territorio cuenta con climas árido y semiárido. La mayor parte del estado de Chihuahua tiene una precipitación pluvial anual que oscila entre 250 y 500 mm; de igual manera la mayor parte del territorio de Chihuahua no dispone de agua superficial (CNA, 2008) y se está calentando y secando (Arreguin, *et al.*, 2010).

La mayor sobreexplotación de acuíferos se registra en las regiones de Camargo-Jiménez, Cuauhtémoc, Chihuahua-Sacramento, Villa Ahumada-Flores Magón (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2004). Aunado a esto, en la región hidrológica Rio Bravo a la que pertenece la cuenca Laguna Bustillos sobre la cual se encuentra la zona de estudio se cuenta con alto grado de presión sobre el recurso hídrico equivalente a 76% (CNA, 2011). Este grado de presión

sobre el recurso es el porcentaje que representa el agua empleada en usos consuntivos respecto al agua renovable, el cual se considera que si el porcentaje es mayor al 40% se ejerce una fuerte presión sobre el recurso.

En el caso de la ciudad de Cuauhtémoc Chihuahua, la cual cuenta con un clima semiseco templado, se encuentra sobre un acuífero que está bajo una planicie cerrada de forma irregular por las sierras de Pedernales, San Juan, Salitrera, Chuchupate, Sierra Azul y el Rebote, en la cual la única aportación de agua al acuífero es mediante las precipitaciones. Actualmente el acuífero se encuentra sobre explotado, según la información que proporciona CNA (2008): a) Alimentación natural: 115.2 Mm<sup>3</sup> anuales, b) Extracciones: 569.4 Mm<sup>3</sup> anuales, con los siguientes usos: i) Agrícola: 92.7%; ii) Público urbano: 4%; iii) Industrial y pecuario: 3.3%.

Por otra parte, la fruticultura y en especial la manzana, es una de las fortalezas de Cuauhtémoc, pues junto con los municipios de la región han colocado al estado de Chihuahua como el primer productor nacional. Aunado a esto, la presencia de la comunidad menonita a lo largo de todo el año está generando riqueza con la producción de leche, quesos y sus derivados; así como en la elaboración de varios tipos de embutidos, estos dos aspectos, principalmente, han hecho que la ciudad tenga un elevado Índice de Desarrollo Humano IDH (El IDH es un índice compuesto que resume las mediciones de los avances medios logrados por una población en tres aspectos básicos del desarrollo humano: salud, conocimiento e ingresos. desarrollo nacional, como el nivel de ingresos y la tasa de crecimiento económico), Que es aceptado generalmente en los medios políticos y académicos como un indicador del nivel del desarrollo de una población (López, 2003).

El IDH que pertenece al municipio de Cuauhtémoc según CNA (2008) es equivalente a 0.825, que está clasificado como "muy alto". Este IDH tan elevado sugiere que la cabecera municipal tenga un importante crecimiento económico en los tiempos presente y futuro cercano, como también un crecimiento en las áreas del conocimiento, incluyendo todos los niveles de educación, y sus instalaciones en consecuencia. Se ha observado un crecimiento de la mancha urbana de Cuauhtémoc en los últimos 23 años, el cual se observa que crece alargadamente alrededor de las principales salidas viales de la ciudad, lo que ha generado dificultades en la prestación de servicios. Por ejemplo, para la dotación del servicio de agua potable se ha tenido que incrementar la red de tubería y se ha requerido de la perforación de más pozos. Según informes del censo INEGI (2010), el municipio de Cuauhtémoc tiene 154,537 habitantes. Esta cifra muestra un incremento poblacional en los últimos cinco años del 14.65%. A diferencia de otras ciudades del estado como Madera la cual decreció un 8.97%.

En el municipio de Cuauhtémoc existen más de 7,00 hectáreas de huertas de manzana según los datos obtenidos por Callejas (2007), de las cuales 1,656 hectáreas se encuentran dentro del área urbana de la ciudad que representan el 21.76% del total de huertas en el municipio. Las huertas de manzana no solo representan una importante fuente de ingresos a la comunidad, sino también una importante fuente de empleo para los habitantes del municipio y otros municipios vecinos. Así mismo, el cultivo de éste fruto requiere de una importante cantidad de agua, y estas huertas ubicadas dentro de la mancha urbana consumen del recurso que está destinado al abastecimiento público urbano en vez del abastecimiento agrícola. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la competencia que tienen en base al gasto de agua las huertas urbanas y la población de la ciudad, y de qué manera impacta esto en el nivel estático del acuífero.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La Ciudad de Cuauhtémoc que se encuentra en la Longitud  $106^{\circ}52' 0''$  W y Latitud  $28^{\circ} 24' 18''$  N, misma en la que se limita el área de estudio a la mancha urbana comprendida entre los límites que establecen las carreteras que sirven como periféricos o libramientos de la ciudad, debido a que son estas vías de comunicación las barreras que delimitan el área perteneciente a la ciudad, las cuales son: la carretera a Colonia Álvaro Obregón, el Periférico Manuel Gómez Morín y la carretera Chihuahua 21, al oeste, norte y este de la ciudad respectivamente; al sur de la ciudad no se tiene una barrera tan puntual, pero de igual manera no existen huertas de manzana colindantes con la mancha urbana ( Figura 1).

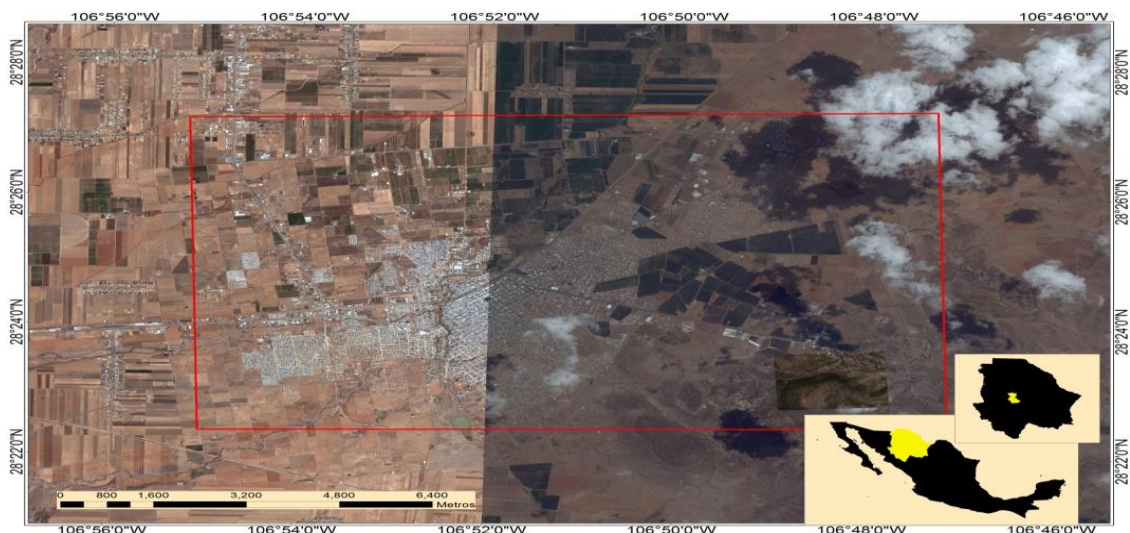


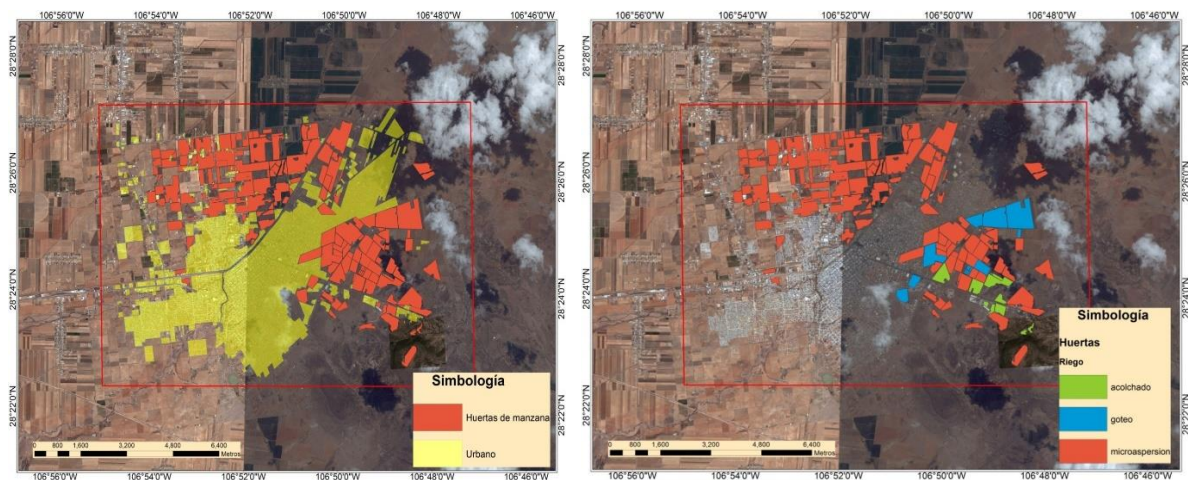
Figura 1. Localización del área de estudio. 2013.

El municipio de Cuauhtémoc tiene una población de 154,639 habitantes, de los cuales el 73.72% se encuentran en la cabecera municipal equivalente a 114,007 habitantes (INEGI, 2010). Con el fin de ubicar las huertas manzaneras dentro del área de estudio, y cuantificar el área que éstas representan, se ocupó la cartografía generada por Bravo *et al.*, (2010), y validada utilizando el software ArcGis 10© en el cual se hizo fotointerpretación con imágenes Bing© 2010, también se hizo fotointerpretación con ayuda de imágenes de Google Earth© 2013, además de revisiones de campo.

Se generó una base de datos con la información de la profundidad y los niveles estáticos, proporcionada por JMAS 2013, de cada pozo utilizado actualmente para el servicio de agua para la población de la ciudad. Se realizó un *spline* en ArcGis 10 con las profundidades de los pozos. La herramienta *Spline* utiliza un método de interpolación que estima valores usando una función matemática que minimiza la curvatura de la superficie, resultando en una superficie lisa que pasa exactamente a través de los puntos de entrada (ESRI, 2012).

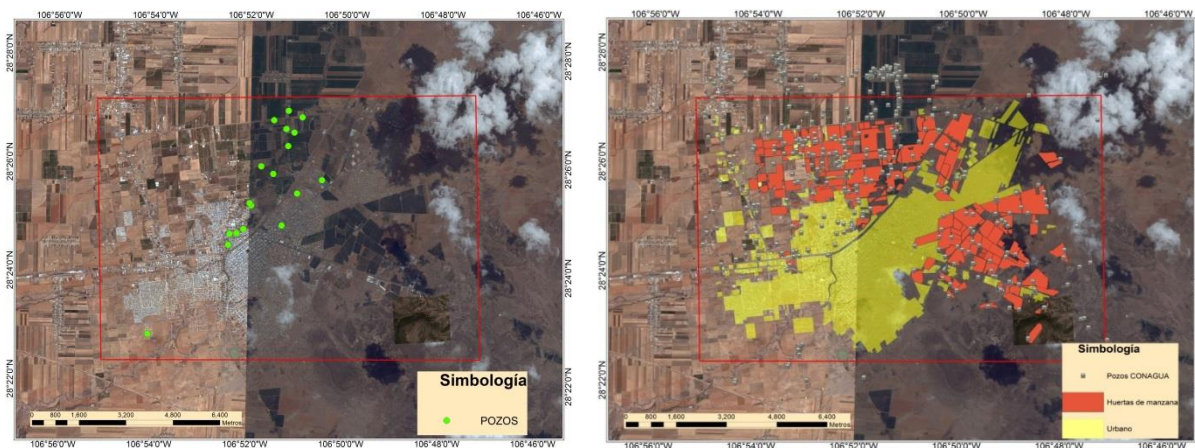
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo una cartografía actualizada para el año 2013 de las huertas de manzana que se encuentran dentro del área urbana de Cuauhtémoc, Chihuahua. Como se puede observar en la Figura 2, los polígonos que son ocupados por huertas de manzana ocupan 14.52% del área total, mientras que el área urbana ocupa el 24.35% y el resto ocupa 61.13% del área total. De acuerdo a estas proporciones se obtiene que el área de huertas de manzana ocupan un poco más del 50% del área urbana. Se generó una base de datos con el tipo de riego de cada huerta de manzana del área de estudio (Figuras 2a, 2b).



Figuras 11a, 2b. Panorama de la Ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua y huertas de manzano por tipo de riego. UACJ-2013

De acuerdo a los resultados mostrados en los apartados anteriores, se corrobora que sin lugar a dudas existe un desperdicio de agua en la zona de estudio debido en gran medida a los tipos de riego que se han venido utilizando en la actividad frutícola, y que está perjudicando de cierta forma la necesidad de agua de la población; se sabe que la recarga del acuífero es menor a la extracción que de él se realiza, y dado que en la zona de estudio la actividad agrícola representa la principal fuente de ingresos, la tecnificación de los riegos es una buena solución para las huertas de la zona, dónde la competencia por el recurso hídrico es tan fuerte.



Figuras 3a, Pozos de Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Cuauhtémoc Chihuahua, 3b Pozos concesionados por CNA dentro del área de estudio al 2004.

La presencia de las huertas de manzana limitan de cierta forma el crecimiento ordenado de la ciudad, lo cual causa problemas en la prestación de los servicios públicos de la mancha urbana, como es el caso del agua, lo cual se puede ver en déficit actual de agua en ocasiones en las colonias alejadas de los puntos de bombeo de agua, que coinciden con las zonas elevadas donde no existe la extracción de agua. La urbanización se está realizando sobre huertas de manzana antiguas, lo cual deja en claro que la ciudad crece hacia dónde el acuífero se ve más abatido. Esto marca a su vez una tendencia de crecimiento, ya que las huertas urbanas son de las más antiguas de la región, y es a dónde se está extendiendo la mancha urbana. Esta tendencia representa un problema inminente en el suministro de agua, ya que el problema de abastecimiento de agua en la ciudad se tiene contemplado solucionar con la construcción de más tanques para el almacenamiento para posteriormente bombearlo a la red hidráulica. Por otra parte, la solución al problema de falta de disponibilidad de agua bombeada en la red hidráulica se está llevando a cabo por parte de JMAS y consiste en la perforación de pozos al norte de la ciudad, lo que significa que se va a importar agua hacia la zona de la ciudad. Estas dos acciones que actualmente se están realizando van enfocadas a satisfacer las necesidades



de la ciudad, pero son acciones que solamente resuelven el problema a corto plazo y que no están atacando el problema principal, que es el abatimiento del acuífero. Es decir, se resuelve el problema del desabasto, pero el agua se seguirá agotando bajo las condiciones actuales. Las extracciones de agua de JMAS se realizan en la misma zona donde existen gran cantidad de hectáreas de manzana con riego de micro aspersión y con niveles estáticos profundos, lo que representa una fuerte presión del recurso hídrico en esa zona. En esta misma zona existe también la mayor densidad de pozos concesionados por CNA (2004), lo que nos indica que en estas áreas es donde la competencia por el agua es más fuerte aún. Esta zona tiene un tipo de suelo que favorece la extracción de agua y la actividad agrícola, ya que esta zona se encuentra en una llanura aluvial. En cambio en las zonas donde los niveles estáticos son más elevados (menos profundos), al este, sureste, sur y suroeste

### **CONCLUSIONES**

Los resultados mostraron la existencia de un problema de desabasto en el consumo urbano mediante la comparación contra el consumo agrícola. Se obtuvieron las zonas donde se encuentran los pozos con mayor abatimiento, y se cuantificó la densidad de pozos en dichas áreas. En los sitios de estudio se observa que los pozos menos abatidos se concentran lejos de la zona de huertas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Arreguin, F., López, M., & Marengo, H. 2010. Los retos del agua en México en el siglo XXI. RETOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL AGUA EN MÉXICO, 19-33.
- Bravo Peña, L. C., Díaz, R., Alatorre, L., Sánchez, E., & Aguilar, S. 2010. Cambios de la cubierta vegetal y los usos del suelo en una cuenca endorréica de la región central de Chihuahua en el periodo 1993-2010. Una zonificación desde la perspectiva hidrofuncional. *Memorias Reunión Nacional SELPER-México XIX*, 390-398.
- Callejas, N. 2007. Evaluación de Alianza para el Campo de los Sistemas Producto Frutícolas en el Estado de Chihuahua. Retrieved Marzo 25, 2013, from [http://www.fz.uach.mx/data/files/Alianza/informe%20completo%20fruticol a%20final.pdf](http://www.fz.uach.mx/data/files/Alianza/informe%20completo%20fruticol%20a%20final.pdf)
- CNA. 2011 Estadísticas del agua en México, edición 2011. Retrieved Marzo 23, 2013, from [http://www.conagua.gob.mx/OCB07/Contenido/Documentos/Estadística Agua Mexico 2011.pdf](http://www.conagua.gob.mx/OCB07/Contenido/Documentos/Estadística%20Agua%20Mexico%202011.pdf)
- Díaz, G. 2011 MAPEO DEL ÍNDICE DE ARIDEZ Y SU DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL EN MÉXICO. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, vol. XVII, pp. 267-275.
- ESRI. 2012. ArcGIS Resource Center. Retrieved 02 05, 2013, from <http://resources.arcgis.com/en/home>
- López, L. 2003. El concepto de desarrollo humano, su importancia y aplicación en México. México: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD].
- Shah, A. 2010. Land degradation and migration in dry land region in India: extent, nature and determinants. *Environment and Devoelopment Economics* 15(2), 173-196.

---

---

## CONTAMINACION POR ARSENICO Y CALIDAD FISICOQUIMICA DE LOS ACUÍFEROS CHIHUAHUA-SACRAMENTO Y EL SAUZ-ENCINILLAS EN CHIHUAHUA, MÉXICO.

**Celia Chávez-Mendoza<sup>1\*</sup>, Celia Holguín-Licón<sup>2</sup>, Cecilia G. Sáenz-Uribe<sup>2</sup>, Rey M. Quintana-Martínez<sup>2</sup>, Alexandro Guevara-Aguilar<sup>1</sup>, Francisco J. Camarillo-Acosta<sup>2</sup>**

<sup>1\*</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. Unidad Delicias. Av. 4ª Sur No. 3820 Fraccionamiento Vencedores del Desierto. Cd. Delicias Chihuahua, México. C.P. 33089. Tel: (639) 4-74-84-00. E-mail: Celia.chavez@ciad.mx

<sup>2</sup>Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada. Km 1. C.P. 31453 Chihuahua, Chih.

### INTRODUCCIÓN

En México, el agua subterránea es un recurso vital para el desarrollo de todos los sectores (Maderey, 1967), debido a que en más de 50% de su territorio prevalecen los climas seco y semiseco (Rzedowski, 1978) con presencia escasa de cuerpos de agua permanentes y caudalosos, por lo cual el abastecimiento de recursos hídricos depende en mayor parte del subsuelo (Alvídrez, 1982). Actualmente, el subsuelo es la fuente de sostén para el riego de aproximadamente 2 millones de hectáreas, es decir, la tercera parte de la superficie total bajo riego. También suministra el 70% del volumen de agua que requieren las ciudades para uso público-urbano y casi la totalidad de las demandas de agua de la población rural, además de abastecer a la mayoría de las instalaciones industriales (CNA, 2009).

En el municipio de Chihuahua, el agua subterránea representa el 90% de los aprovechamientos de agua potable para el sostenimiento de las distintas actividades, ya que el aporte de agua superficial depende de la temporada de lluvias, a la vez que la infraestructura de almacenamiento se encuentra azolvada (Martínez y Mejía, 1990). Los tres acuíferos que proporcionan agua a la ciudad y poblaciones rurales del municipio son El Sauz-Encinillas al norte, Chihuahua-Sacramento al centro y Tabalaopa-Aldama al este; del total del agua de los acuíferos, el 73% es utilizado para la actividad agropecuaria, el 13% para uso doméstico y el 14% en la industria y servicios (INEGI, 1998b).

En la actualidad muchos acuíferos en el estado de Chihuahua se encuentran sobreexplotados, lo que genera un desequilibrio y afecta su calidad. De acuerdo con Samboni et al., (2007). La calidad de diferentes tipos de agua se ha valorado a partir de variables físicas, químicas y biológicas, evaluadas individualmente o en forma grupal. Los parámetros fisicoquímicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas. La ventaja de los métodos físico-químicos se basa en que su análisis suelen ser más

rápidos y pueden ser monitoreados con mayor frecuencia en comparación con los métodos biológicos.

Por otro lado, la contaminación de cuerpos de agua por metales pesados es una preocupación mundial. Se ha estudiado y se tiene documentado que los metales son no biodegradables y persisten en el medio ambiente (Waalkes *et al.*, 2000). Motivo por el cual se ha podido considerar al mercurio, plomo y cromo (Duffus, 2002; Nordberg *et al.*, 2007), así como al arsénico y cadmio (Pérez *et al.*, 2003) como los contaminantes ambientales más tóxicos por su persistencia en diversos medios y efectos en los seres vivos. El arsénico es un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre. Se clasifica como un metaloide, su variedad alotrópica más común por su estabilidad es de color gris metálico o lustroso como el acero, de estructura cristalina. Posee valencia  $\pm 3$  y  $+5$ , por lo cual, tiene la capacidad de combinarse y formar compuestos orgánicos e inorgánicos (ATSDR, 2007). La ingestión en el agua de bebida aporta principalmente arsénico inorgánico (como arsenatos y en menor intensidad, como arsenitos) y representa una fuente importante de exposición para algunas poblaciones, por lo que puede ser un problema grave de salud pública (Albores *et al.*, 1997).

Actualmente debe considerarse el monitoreo ambiental del recurso hídrico, tanto subterráneo como superficial, pues otros trabajos hechos en algunos cuerpos de agua del estado de Chihuahua han mostrado la presencia de diversos metales pesados como arsénico (Rubio-Arias *et al.*, 2013; Gutierrez *et al.*, 2008; Holguín *et al.*, 2006; Gutierrez y Borrego, 1999), además no existe vigilancia permanente de la infiltración de contaminantes por actividades humanas en zonas vulnerables.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es estimar el contenido de arsénico y la calidad fisicoquímica de agua de pozos ubicados en los acuíferos Chihuahua-Sacramento y Sauz-Encinillas tanto en la zona rural como urbana del estado de Chihuahua y comparar los resultados con la normatividad vigente en México y estándares internacionales para agua potable

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Localización del área de estudio. El presente trabajo se realizó en los acuíferos Chihuahua-Sacramento (Ch-Sac) y Sauz-Encinillas (S-E) los cuales se ubican en el estado de Chihuahua, México (Figura 1). El acuífero Chihuahua-Sacramento tiene una superficie de 1,889 km<sup>2</sup>, y se localiza entre las coordenadas geográficas 28°22'36" a 28°58'16" latitud norte y 106°44'05" a 105°57'16" longitud norte, mientras que el acuífero El Sauz-Encinillas abarca un área de 2,743 km<sup>2</sup> y se ubica entre las coordenadas geográficas 28°52'07" a 29°40'29" latitud norte y

106°02'19" a 106°44'35" longitud oeste (INEGI, 1998b). El clima generalizado en la región es el BS (semiseco con lluvias en verano y escasas a lo largo del año) (INEGI, 1998a), la precipitación media anual para ambos acuíferos es de 420 mm y la temperatura media anual de 15.5°C con máximos de 40°C en verano (Gutiérrez, 2009).

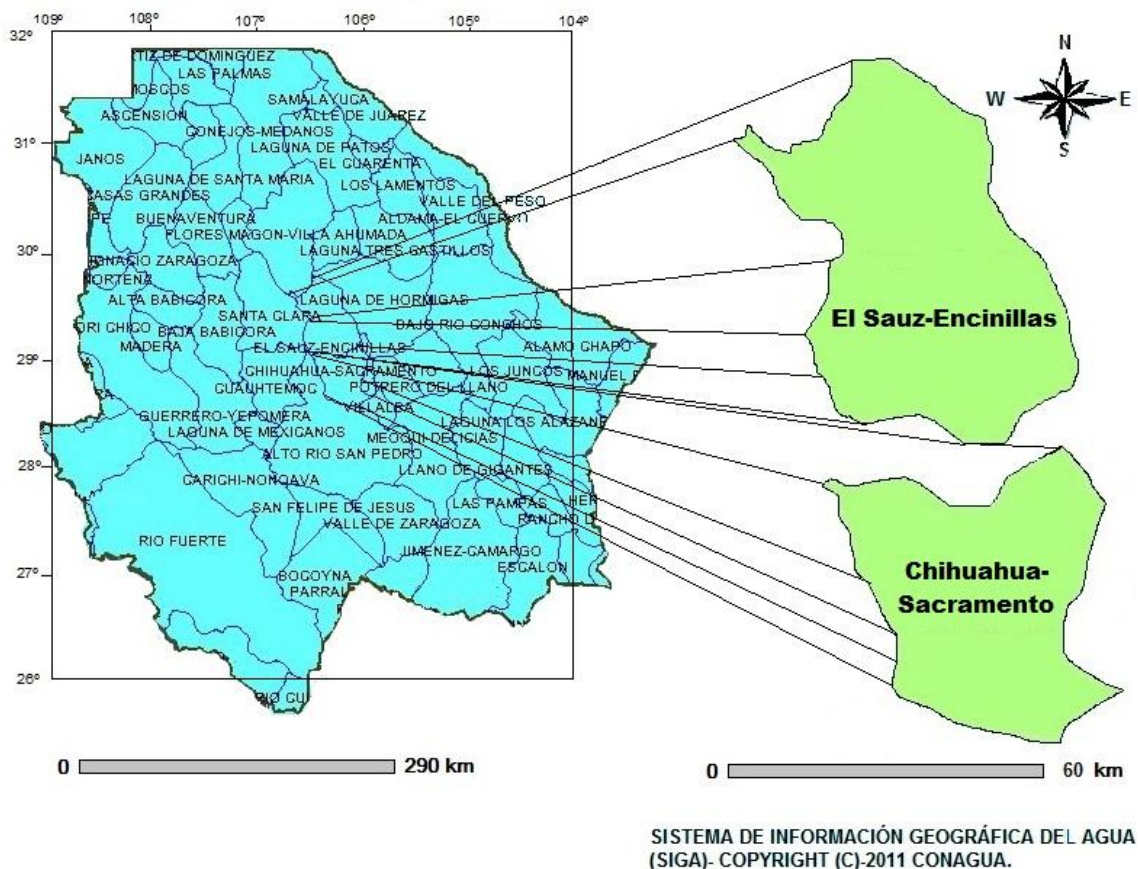


Figura 1. Localización geográfica de los acuíferos Chihuahua-Sacramento y El Sauz-Encinillas

Muestreo. Las muestras de agua analizadas se tomaron de 71 pozos en total, de los cuales 26 estuvieron ubicados en el acuífero Chihuahua-Sacramento y 45 en El Sauz-Encinillas; así mismo 55 pozos se localizaron en zona rural y 16 en área urbana. El agua se tomó de pozos equipados y el muestreo se realizó durante febrero y marzo del 2010.

En el agua se determinó la concentración de arsénico, Ca y Mg y los parámetros fisicoquímicos: conductividad eléctrica (CE), turbidez, pH, Cl, CO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, dureza total, sólidos solubles totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT) y sólidos totales (ST).

Determinación de elementos. La recolección de muestras se realizó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-1993 (2000). El análisis de Arsénico, Ca y Mg se hizo según la NMX-AA-051-SCFI-2001 (2001). La cuantificación se llevó a cabo por espectrofotometría de

emisión óptica, en equipo de plasma acoplado inductivamente, ICP-OES Marca PerkinElmer® modelo Optima 2000 DV que utiliza el software WinLab 32 ®.

Análisis fisicoquímicos: La toma de muestras para análisis físico-químicos se realizaron de acuerdo a los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (APHA-AWWA-WPCF, 1998), las muestras se recolectaron en recipientes de plástico de 1L previamente lavados con ácido y enjuagados con agua destilada, se identificaron y se almacenaron a 4° C para su conservación hasta su análisis.

La CE se obtuvo con un conductímetro marca Hanna según la Norma Mexicana NMX-AA-093-SCFI-2000, el pH con un potenciómetro Oaktron modelo 35624-50 de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-AA-008- SCFI-2000. La turbidez se evaluó de acuerdo con el método nefelométrico (APHA-AWWA-WPCF, 1998) mediante un turbidímetro Hanna HI 93703 con un rango de 0 a 1,000 Unidades Nefelométricas de Turbiedad (NTU). Los cloruros se obtuvieron según la Norma Mexicana NMX-AA-073-SCFI-2001 por titulación con Nitrato de plata y cromato de potasio como indicador. La dureza total se cuantificó mediante un método volumétrico por titulación con ácido etilendiaminotetracetato (EDTA) hasta un vire de color azul (APHA-AWWA-WPCF, 1998). Los nitratos se determinaron de acuerdo a la NMX-AA-012-SCFI-200 utilizando un espectrofotómetro UV marca Thermo Spectronic Genesys 20, a una longitud de onda de 220 nm. Los sulfatos se obtuvieron de acuerdo a la NMX-AA-074-SCFI-1981. Los sólidos totales (ST) se determinaron de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2001 por evaporación de la muestra en una estufa marca Felisa a 100-110° C durante 24 horas, obteniendo los pesos en una balanza analítica marca Sartorius CP 224S con precisión de 0.0001 miligramo. Para la medición de los sólidos suspendidos (SS) se filtraron 50 ml de la muestra en papel filtro con peso conocido utilizando vacío, se colocó en una estufa Felisa a 50 a 60° C hasta sequedad y por diferencia de pesos se obtuvo el total de SS. Los sólidos disueltos se calcularon por diferencia entre los ST y los SS.

Análisis de los datos.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico (SAS Inst. Inc. Cary, NC). Se realizó un análisis de varianza para evaluar el efecto del acuífero y de la zona sobre la concentración de arsénico y parámetros fisicoquímicos. Se hizo una comparación de medias con la técnica de Tukey. Las medias fueron aceptadas como significativamente diferentes a un intervalo de 95% de confianza ( $P \leq 0.05$ ). Los resultados fueron expresados como la media  $\pm$  desviación estándar. Los análisis se hicieron por triplicado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de elementos. Los datos promedio de As, Ca y Mg obtenidos en muestras de agua de 71 pozos ubicados en los acuíferos Chihuahua-Sacramento (Ch-Sac) y Sauz-Encinillas (S-E) en área rural y urbana se muestran en el Cuadro 1.

El análisis estadístico no mostro diferencia ( $P \geq 0.05$ ) entre acuíferos y zonas para ninguno de los elementos analizados. Los pozos de la zona urbana tuvieron una concentración de As promedio de 0.035 y los de la zona rural de 0.030 (mg/L); mientras que el acuífero S-E en promedio presento un contenido de As de 0.033 y el Ch-Sac de 0.027 (mg/L).

Cuadro 1. Concentración de As, Ca y Mg de agua de pozos de acuíferos del estado de Chihuahua (media  $\pm$  DE) y límites máximos permisibles de la NOM 127-SSA1-1994 y OMS

Acuífero-Zona	As (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)
Ch-Sac-rural (n=18)	0.027 $\pm$ 0.019	41.24 $\pm$ 25.53	5.46 $\pm$ 7.12
Ch-Sac-urbana (n=8)	0.028 $\pm$ 0.013	34.99 $\pm$ 0.84	5.06 $\pm$ 3.82
S-E- rural (n=37)	0.032 $\pm$ 0.032	30.11 $\pm$ 26.15	3.56 $\pm$ 3.32
S-E-urbana (n=8)	0.044 $\pm$ 0.028	23.75 $\pm$ 3.83	2.99 $\pm$ 2.44
NOM-127-SSA1-1994	0.025	---	---
OMS (2011, 1993)	0.01	200	200

Ch-Sac-rural=Acuífero Chihuahua-Sacramento zona rural; Ch-Sac-urbana=Acuífero Chihuahua-Sacramento-zona urbana; S-E-rural= Acuífero Sacramento-Encinillas zona rural, S-E-rural=Acuífero Sacramento-Encinillas zona urbana. OMS=Organización Mundial de la Salud; NOM= Norma Oficial Mexicana

En promedio de los 71 pozos analizados se obtuvo una concentración de As de 0.0315 (mg/L) con un mínimo de cero y un máximo de 0.130 (mg/L), este último dato correspondió al agua de 3 pozos ubicados en el acuífero S-E en el área rural. Resultados inferiores fueron reportados por Gutiérrez *et al.*, (2008) para agua del río San Pedro y por Holguín *et. al.*, (2006) para agua del río Conchos en la región de Ojinaga Chihuahua, sin embargo, estos últimos autores obtuvieron concentraciones similares a las obtenidas en el presente trabajo para el mes de mayo.

De acuerdo con los resultados obtenidos los pozos muestreados en el acuífero S-E en la zona urbana presentaron la mayor cantidad de As en el agua.

Según la NOM 127-SSA1-1994 (2000) (NOM-127) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2011) la concentración promedio obtenida en el agua de pozos ubicados en los acuíferos en estudio supera los límites máximos permisibles para el As en agua potable. De las muestras analizadas solo el 38% se encuentra por debajo de los límites establecidos por la NOM-127 y el 29% de lo permitido por la OMS (2011). Estos resultados pueden representar un problema de

salud pública ya que los acuíferos estudiados junto con el acuífero Tabalaopa-Aldama proporcionan agua a la ciudad de Chihuahua y poblaciones rurales del municipio (INEGI, 1998b). Este elemento ha sido asociado en el desarrollo de leucemia, anormalidades en niños, cáncer y otras varias enfermedades (Gutierrez *et al.*, 2008). De acuerdo con la OMS (2011) numerosos estudios epidemiológicos han examinado el riesgo de cáncer asociado con la ingesta de arsénico a través del agua de consumo. Signos de arsenicismo crónica, incluyendo lesiones dérmicas tales como la hiperpigmentación e hipopigmentación, neuropatía periférica, cáncer de piel, cáncer de vejiga y de pulmón y enfermedad vascular periférica, se han observado en poblaciones que ingieren arsénico del agua potable contaminada.

El Ca y Mg obtenidos en el presente trabajo son muy inferiores a los límites permisibles por la OMS (1993). De acuerdo con el Cuadro 1, el acuífero Ch-Sac en la zona rural tuvo mayor cantidad de Ca y Mg que los demás sitios muestreados. Estos resultados para ambos elementos son muy inferiores a los reportados por Holguin *et al.*, (2006) en agua del río Conchos en la Región de Ojinaga. La determinación de estos minerales es de importancia para evaluar la calidad del agua ya que están relacionados con la dureza de esta, la cual condiciona el uso del líquido en muchas ramas industriales (Durmishi *et al.*, 2008).

Determinación de parámetros fisicoquímicos. En el Cuadro 2 se muestran los parámetros físicos obtenidos en los acuíferos en estudio tanto en la zona rural como urbana.

El análisis estadístico no mostro diferencias ( $P \geq 0.05$ ) entre acuíferos y zonas para ninguno de los parámetros físicos analizados.

Cuadro 2. Parámetros físicos de agua de pozos de acuíferos del estado de Chihuahua (media  $\pm$  DE) y límites máximos permisibles de la NOM 127-SSA1-1994 y OMS

ACUIFERO-ZONA	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	TURBIDEZ (NTU)	pH
Ch-Sac-Rural	436.89 $\pm$ 220.33	0.870 $\pm$ 1.46	8.03 $\pm$ 0.301
Ch-Sac-Urbana	510 $\pm$ 328.80	1.245 $\pm$ .88	7.953 $\pm$ 0.272
S-E- Rural	529.79 $\pm$ 701.59	0.562 $\pm$ 0.949	8.11 $\pm$ 0.679
S-E-Urbana	311.25 $\pm$ 134.70	0.962 $\pm$ 0.985	7.81 $\pm$ 0.546
NOM-127-SSA1-1994	Nd	5.0	6.5-8.5
OMS	300	Nd	8.5

Ch-Sac-rural=Acuífero Chihuahua-Sacramento zona rural; Ch-Sac-urbana=Acuífero Chihuahua-Sacramento-zona urbana; S-E-rural= Acuífero Sacramento-Encinillas zona rural, S-E-rural=Acuífero Sacramento-Encinillas zona urbana. OMS=Organización Mundial de la Salud; NOM= Norma Oficial Mexicana. Nd= No disponible

En el este estudio se obtuvo que el agua de los pozos ubicados en el acuífero S-E en la zona rural mostraron mayor CE. Estos resultados son inferiores a los obtenidos en algunos cuerpos

de agua del estado de Chihuahua como la Presa Luis L. León (Rubio-Arias et al. 2013) y son muy superiores al obtenido por Holguín *et al.*, (2006) en el río Conchos. Este parámetro puede estar influenciado por fuentes de salinidad que pueden deberse a la geología del área (Phillips *et al.*, 2003). Entre más alta es la conductividad mayor será el grado de contaminación (Durmishi *et al.*, 2008). Por otro lado los resultados obtenidos en los dos acuíferos en las dos zonas de estudio superaron los límites permisibles establecidos por la OMS para la CE (1993). La turbidez y pH obtenidos en los acuíferos fue inferior a lo establecido por la NOM-127. El acuífero Ch-Sac ubicado en la zona urbana presentó el valor más alto de turbidez, mientras que el acuífero S-E- en la zona rural tuvo el pH mayor.

En el Cuadro 3 se muestran los parámetros químicos determinados en los acuíferos estudiados tanto en la zona urbana como rural.

El análisis estadístico no mostró diferencia significativa ( $P \geq 0.05$ ) entre tipo de acuífero y zona para los parámetros  $\text{CO}_3$ , dureza total,  $\text{NO}_3$ , SDT y ST, pero si hubo diferencia ( $P \leq 0.05$ ) para Cl,  $\text{SO}_4$  y SST.

De acuerdo con los resultados los  $\text{CO}_3$  fueron mayores en el acuífero S-E en la zona rural con 12.89 mg/L y la concentración menor fue obtenida en el acuífero Ch-Sac en la zona rural. Para este parámetro no hay un estándar de comparación en la NOM-127.

La dureza total obtenida en todas las muestras de agua de los pozos muestreados fue inferior al límite máximo permisible establecido por la NOM-127. La mayor concentración se presentó en el acuífero Ch-Sac en la zona rural.

Los cloruros también estuvieron por debajo de los límites establecidos por la norma, se encontró la mayor concentración en el acuífero Ch-Sac en la zona urbana. Los resultados obtenidos fueron inferiores a los reportados por Rubio-Arias *et al.*, (2103) en agua de la presa Luis L. León en el estado de Chihuahua.

La concentración de  $\text{NO}_3$  obtenida en el acuífero S-E en la zona urbana superó ligeramente el límite establecido por la normatividad y fue la concentración más alta, mientras que el acuífero S-E en la zona rural presentó el valor más bajo. La evaluación de este parámetro confirma la presencia de compuestos que se generan a partir de la descomposición de desechos animales y contaminación microbiana, así como la contaminación por desechos industriales y urbanos (Durmishi *et al.*, 2008).

El contenido de  $\text{SO}_4$  obtenido estuvo por debajo de lo establecido por la normatividad siendo el acuífero S-E en la zona rural el que presentó la mayor concentración. Estos compuestos son bastante solubles, proceden de disolución de yesos y de la oxidación bacteriana de sulfuros.



Cuadro 3. Parámetros químicos de agua de pozos de acuíferos del estado de Chihuahua (media  $\pm$  DE) y límites máximos permisibles de la NOM 127-SSA1-1994

ACUIFERO-ZONA	CO <sub>3</sub> (mg/L)	DUREZA TOT. (mg/L)	Cl(mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	SST(mg/L)	SDT(mg/L)	ST(mg/L)
Ch-Sac-Rural	0.416 $\pm$ 1.4 3	125.48 $\pm$ 88.31	6.57 $\pm$ 9.25	9.07 $\pm$ 10. 48	52.39 $\pm$ 55.12	32.77 $\pm$ 43. 58	255.97 $\pm$ 147. 57	288.75 $\pm$ 127. 97
Ch-Sac-Urbana	0.187 $\pm$ 0.5 30	108.24 $\pm$ 66.72	21.73 $\pm$ 43. 80	8.41 $\pm$ 8.5 9	46.13 $\pm$ 34.77	22.25 $\pm$ 20. 78	319.62 $\pm$ 188. 75	341.87 $\pm$ 179. 33
S-E- Rural	12.89 $\pm$ 48. 88	89.87 $\pm$ 77.53	6.26 $\pm$ 7.90 3	5.25 $\pm$ 7.3 1	129.50 $\pm$ 476. 16	5.86 $\pm$ 12.3 7	361.36 $\pm$ 526. 77	367.22 $\pm$ 530. 32
S-E- urbana	1.50 $\pm$ 2.89	71.65 $\pm$ 44.22	4.23 $\pm$ 2.96	10.02 $\pm$ 6. 50	32.10 $\pm$ 13.86	4 $\pm$ 4.03	226.31 $\pm$ 55.9 9	230.31 $\pm$ 57.5 3
NOM-127-SSA1-1994	Nd	500	250	10	400	Nd	1000	Nd

Ch-Sac-rural=Acuífero Chihuahua-Sacramento zona rural; Ch-Sac-urbana=Acuífero Chihuahua-Sacramento-zona urbana; S-E-rural= Acuífero Sacramento-Encinillas zona rural, S-E-urbana=Acuífero Sacramento-Encinillas zona urbana. NOM= Norma Oficial Mexicana. Nd= No disponible.

Los SST fueron muy diferentes entre sitios de muestreo, el acuífero Ch-Sac en la zona rural tuvo la mayor concentración, mientras que el contenido más bajo se presentó en el acuífero S-E en la zona urbana.

La concentración de SST en todos los sitios de muestreo fueron inferiores a los límites establecidos por la NOM-127 para agua potable y la mayor concentración se presentó en el acuífero S-E en la zona rural. Los ST también fueron mayores en este acuífero y en esta zona.

## CONCLUSIONES

El agua de los acuíferos Chihuahua-Sacramento y El Sauz-Encinillas en general posee características fisicoquímicas dentro de normatividad sin embargo, el contenido de As supera los estándares nacionales e internacionales para consumo como agua potable, por lo que debe darse un tratamiento previo para este uso.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albore A., B. Quintanilla, L. del Razo y M. Cebrián. 1997. Arsénico. Página 247 in Introducción a la Toxicología Ambiental. L.A. Albert ed. ECO. Metepec.
- Alvírez Villarreal, F. 1982. Hidrología subterránea de las cuencas agrológicas del estado de Chihuahua. Tesis de licenciatura. Facultad de Fruticultura (hoy FACIATEC), Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih., México.
- ATSDR. 2007. ToxGuide for Arsenic. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service. E.U.
- CNA. 2009. Nota informativa "Infiltración artificial de agua a los acuíferos - Características y especificaciones de las obras y del agua". Publicado por el D.O.F. México.

- Duffus, J.H. 2002. Heavy metals, a meaningless term? IUPAC: Pure and Applied Chemistry (74: 793–807). [www.iupac.org/publications/pac/2002/pdf/7405x0793.pdf](http://www.iupac.org/publications/pac/2002/pdf/7405x0793.pdf) Consultado Nov 1, 2010.
- Gutierrez L R, H Rubio-Arias, R Quintana, J A Ortega, M Gutiérrez (2008) Heavy metals in the water of the San Pedro River in Chihuahua, México and its potential health risk. *Int J Environ Res Publ Health* 5 (2):91-98.
- Gutierrez M, Borrego P (1999) Water quality assessment of the Rio Conchos, Chihuahua, Mexico. *Environ Int* 25 (5):573-583.
- Gutiérrez-Esparza, J.C. 2009. Diseño de red de monitoreo superficial y subterránea de los acuíferos Chihuahua-Sacramento y el Sauz-Encinillas. Tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México. 122 p.
- Holgin C, H Rubio, M E Olave, R Saucedo, M Gutiérrez, R Bautista (2006) Calidad del agua del río Conchos en la región de Ojinaga Chihuahua: Parámetros fisicoquímicos, metales y metaloides. Universidad y Ciencia.
- INEGI. 1998a. Carta Temática de Climas (Escala 1:25 000). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México
- INEGI. 1998b. Estudio Hidrológico del Estado de Chihuahua. Talleres de Gobierno del Estado de Chihuahua. México. p. 222.
- Maderey R., L.E. 1967. Aguas subterráneas en México. UNAM-Instituto de Geografía. México, D.F.
- Martínez L.P. y R. Mejía V. 1990. Perspectivas de la explotación de aguas subterráneas para abastecer a grandes centros urbanos. In *Memorias en extenso de 11º Congreso Nacional de Hidráulica*. 2 al 5 de octubre. Zacatecas, Zac., México. (Tomo II) p. 143.
- NMX-AA-051-SCFI-2001. 2001. Análisis de agua, determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas - método de prueba. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. 52 p.
- NOM-127-SSA1-1994. 2000. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Publicado en el Diario Oficial de la Federación. México, D.F
- Nordberg G.F., B.A. Fowler, M. Nordberg y Lars Friberg. 2007. Handbook on toxicology of metals. 3<sup>rd</sup> ed. Academic Press. San Diego.
- Pérez M. F., F. Prieto G., A. Rojas H., C.A. Galán V., Y. Marmolejo S., C. Romo G., A. Castañeda O., J.A. Rodríguez Á. y E. Barrado E. 2003. Caracterización química de aguas subterráneas en pozos y un distribuidor de agua de Zimapán, Estado de Hidalgo, México. *Hidrobiológica*. 13(2):95-102.
- Rubio-Arias, H., Contreras-Caraveo, M., Saucedo-Teran, R., Quintana, R. M., Pinales-Munguía, A. 2013. Physical-chemical-microbiological contamination of water from the Luis. L. Leon Dam in Mexico. *Journal of Research in Environmental Science and Toxicology*. 2(6):110-120.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México D.F.
- Waalkes M.P., D.A. Fox, J.C. States, S.R. Patierno y M.J. McCabe. 2000. Metals and Disorders of Cell Accumulation: Modulation of Apoptosis and Cell Proliferation. *Toxicol. Sci*. 56(Suppl 2): 255-261.
- World Health Organization (WHO) (OMS) (2011) Guidelines for drinking water quality. Fourth edition. Geneva. 564 pp. [http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/978\\_9241548\\_151\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/978_9241548_151_eng.pdf).
- [www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=3](http://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=3) Consultado Nov. 22, 2010.

## **INDICADORES DE LAS FASES DE TEMPERATURA EN LA ELABORACIÓN DE UNA COMPOSTA AERÓBICA CON MEZCLAS DE MATERIALES CON VARIACIONES EN LA RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO**

**Jesús Arcadio Muñoz Villalobos<sup>1</sup>, Maritza Argelia Macías Corral<sup>1</sup>, Tomas Rivas García<sup>2</sup>, Luis Jesús Barrera Flores<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> INIFAP; CENID RASPA, km 6.5 margen derecha Canal Sacramento, Gómez Palacio, Dgo. México. 35140 (villalobos.arcadio@inifap.gob.mx). <sup>2</sup> Estudiante de Posgrado Facultad de Agronomía y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED). Km. 32 Carretera Gómez Palacio – Tlahualilo, Ejido Venecia, Durango, C.P. 35000. <sup>3</sup> Académico-Investigador FAZ-UJED. Correspondencia:

### **INTRODUCCIÓN**

El composteo es una de las posibles soluciones al aumento de los residuos orgánicos y su acumulación en basureros, granjas de producción animal y plantas tratadoras de aguas residuales. La basura orgánica, los estiércoles y los lodos son materia prima que potencialmente se convierten en abono orgánico con características físicas y químicas que pueden mejorar las propiedades de un suelo, y a través del contenido de macro-nutrientes y micro-nutrientes nutrir las plantas y mejorar la productividad de los suelos. Como una consecuencia benéfica por el uso de abonos limpios, se contribuye con la mitigación de los problemas que afectan al medio ambiente y se promueve la agricultura sostenible como una alternativa viable. Los principales países consumidores de abonos orgánicos son quince, y en primero y segundo lugar están China y USA con un consumo anual de 55.69 y 19.9 millones de toneladas respectivamente, mientras que México se coloca en el quinceavo lugar, ya que apenas consume 1.8 millones de toneladas (FAO, 1999). 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 a nivel mundial en superficie de producción orgánica después de Oceanía y Europa (Willer y Yussefi, 2001; SAGARPA, 2010).

Actualmente en el mundo se requieren conocimientos básicos, métodos y tecnologías para el manejo de los sistemas de producción de cultivos agrícolas con el uso de enmiendas orgánicas como compostas, estiércoles y lodos residuales aplicadas al suelo, para ser utilizados como fertilizantes en los cultivos o como mejoradores de suelos (Jeavons, 2002; Soto, 2003). La disponibilidad de los materiales utilizados en las compostas son los residuos de cosecha y las excretas de los animales, con los que cuenta el productor cotidianamente en los campos ,

mismos que se generan con las labores de cultivo y los residuos de animales que se alimentan directamente en la parcela (Paneque y Calaña, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue medir el efecto de diferentes mezclas de materiales con variación en la relación carbono/nitrógeno sobre las temperaturas en las diferentes etapas en un proceso de composteo aeróbico. En una composta aeróbica, las bacterias, hongos y otros microorganismos que llevan a cabo el proceso de descomposición de los materiales orgánicos, consiguen su energía de fuentes de carbono, tales como residuos de cosecha, rastrojos, aserrín, etc. (Kim *et al.* 200). El nitrógeno que es rescatando lo utilizan para el crecimiento de la población, pero el exceso de nitrógeno generará amoníaco y otros olores, y puede contaminar el agua (Dalzell, *et al.* 1991). Lo más recomendable cuando se va a producir una composta aeróbica, es que los materiales ricos en nitrógeno se mezclen en proporciones determinadas, con una fuente con un alto contenido de carbono, como el forraje seco de maíz (rastrojo). El tamaño de las partículas de los materiales es importante en esta mezcla. En los rastrojos de maíz, el carbono tiene una mayor concentración que en una planta verde, de tal manera que con el tamaño de la partícula muy fina el carbono tendrá una mayor exposición para los microorganismos. Al descomponer los residuos se genera calor por la actividad de los microorganismos. Cuando las temperaturas alcanzan más de 70° C, los organismos empiezan a morir. Es cuando se debe airear la pila antes de que la temperatura alcance este punto. Esta actividad debe de realizarse regularmente en las primeras 2 semanas de iniciado el composteo, lo cual impedirá el recalentamiento de la pila, para evitar la reducción de las poblaciones que descomponen los materiales orgánicos. Los microorganismos agotarán la mayoría del residuo fácilmente descomponible, y el proceso de compostaje se ralentizará. Conforme las temperaturas bajan al transcurrir el tiempo, el compost toma textura granulosa y oscura. Llegado este punto, el compost debe ponerse en acumulaciones grandes para madurar.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Procedimiento que se siguió para la elaboración de la composta aeróbica**

El método del composteo aeróbico es un proceso biológico en presencia de oxígeno mediante el cual los microorganismos actúan rápidamente sobre la materia biodegradable (residuos de cosecha, estiércol de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener una "composta" o abono con características de fertilizante y mejorador de suelos para la agricultura (Figura 1). Para lograr que el proceso de composteo funcionara en forma óptima se necesitó que los materiales tuvieran una buena relación carbono (C) y nitrógeno (N), además que la mezcla

tuviera una aireación adecuada y una humedad equilibrada con la proporción de porosidad en la pila durante las primeras fases del proceso.

Se manejaron estas condiciones en el proceso de composteo para iniciar de forma normal, alcanzando temperaturas elevadas al principio (fase termofílica), para luego, al final del proceso, alcanzar la temperatura ambiente. La relación carbono/nitrógeno (C/N) se refiere a la cantidad de carbono contenido en un material respecto a la cantidad de nitrógeno que se tiene en ese mismo. El rastrojo de maíz tiene una relación C/N de 50, lo que significa que existe mucho más carbono que nitrógeno y por tanto una relación C/N alta, mientras que productos como el estiércol tienen una alta concentración mucho más nitrógeno que carbono, con una relación C/N de 12, y como consecuencia, una relación C/N baja.

El trabajo se desarrolló en los terrenos del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA-INIFAP). Este se ubica en km 6.5 de la margen derecha del Canal Sacramento en Gómez Palacio, Durango. El paso inicial fue fabricar una composta aeróbica con la metodología que se explica a continuación

**Mezcla de materiales:** El procedimiento que se siguió fue el de colocar en una capa una capa de rastrojo de maíz (puede ser cualquier residuo de cosecha), más una capa de estiércol de vaca (o de gallina, cabra, borrego, etc.). Esta mezcla se hizo en una proporción 1:1 en base a volumen. En seguida, estas capas se mezclaron hasta formar un montículo (conocido como “pila de composteo”), operación que normalmente se hace sobre un área plana de suelo desnudo, cubierto con plástico o en una placa de cemento. Cuando se tiene formada la pila se cubre con un plástico esto impide la liberación de malos olores, la procreación de insectos y evita que absorba exceso de humedad o pierda agua por evaporación directa además permite mantener las temperaturas (Nieto-Garibay, *et al.*, 2002).

**Humedad:** La mezcla se humedeció hasta que la humedad alcanzó niveles óptimos entre el 50% al 60%. Cuando esta mezcla tuvo una humedad uniforme, se observó un color oscuro en toda la pila de material. Esto se comprobó al tomar con la mano un puño del sustrato y apretarlo hasta que el agua comience a escurrir ligeramente entre los dedos de la mano. En ese momento, se dejó de agregar agua ya que el sustrato alcanzó una porcentaje de humedad con la que los microorganismos pueden trabajar en forma aeróbica. Algo muy común que puede ocurrir cuando haya exceso de humedad, es que el agua satura los espacios vacíos (poros) que hay entre las partículas del sustrato expulsando el oxígeno, volviendo el proceso anaeróbico, es

decir las bacterias que necesitan oxígeno para vivir dejan de trabajar y el proceso se detiene o se vuelve muy lento. Se recomienda que cada tercer día se quite el plástico de la mezcla para que airee y para agregar agua en caso de que la necesite, de tal manera que la temperatura se mantenga entre los 45° a 55° C, también para permitir la liberación de los gases, producto de la descomposición y para proporcionar oxígeno al sistema.

Los pasos siguientes, están relacionados con el tiempo de composteo lo cual ocurrirá entre los 45 y 60 días (de 1 a 2 meses en el verano), dependiendo del origen de las enmiendas orgánicas y de la temperatura del ambiente, así como de la riqueza en nitrógeno del estiércol. Se dice que la composta está madura cuando el sustrato se observe homogéneo, café oscuro y desmenuzado y tiene un olor a tierra húmeda.

### **Temperatura**

Las temperaturas se midieron desde cuando se inició el composteo al agregar agua al sustrato. La temperatura se elevó por encima de los 60° C durante un período de 2 a 4 semanas, lo cual requiere una mayor atención para estar controlando la temperatura y mantenerla entre los 45° y 55° C. En las primeras semanas ocurre un ciclo de temperaturas que es provocado por la actividad de los microorganismos activos que participan en la descomposición de los materiales con mayor contenido de carbono incluidos en la composta que se está procesando. Este ciclo de temperaturas se mantiene así por un corto tiempo y luego comienza a enfriarse. Al voltear la pila se permite la aireación con la entrada de aire, además se incorporan al interior (al centro) los materiales del exterior para uniformar la mezcla.

Como ya se mencionó, es deseable alcanzar condiciones de temperatura en tres etapas psicrófilas: entre -18°C y 18° C; mesófilas, entre 5° C y 43° C; termófilas: entre 40 y 93° C, para promover una pasteurización por calor con las altas temperaturas y así eliminar patógenos que se encuentran en los materiales orgánicos que conforman la pila, ello con el objetivo de evitar la contaminación de los suelos y de sustratos donde se vaya a incorporar la composta. Como conclusión se recomienda mantener temperaturas mayores de 55° C en las primeras dos semanas para suprimir los patógenos (Navarro, 1998; Scheuerell *et al.* 2005)



Figura 1. Se pueden alcanzar temperaturas hasta de 70° C provocando que algunos materiales se quemen en el proceso o se produzcan emisiones de gas y vapor, como se observa en esta fotografía.

**Tratamientos evaluados.** Las pilas de las mezclas se integraron con una mezcla de dos ingredientes; 1) estiércol de bovino; y 2) por un material de base (rastrajo de maíz) para proporcionar estructura, y que permita mantener la humedad óptima y una buena aireación durante el proceso. Se evaluó un material de soporte, rastrojo de maíz, el cual es el residuo de cosecha más común proveniente del campo de zonas agrícolas en la región. En ambos casos, el material se evaluó en tres proporciones (volumen/volumen) con relación al estiércol: 3:1 tres partes de estiércol por una parte de rastrojo (75% E: 25% R); 1:1 una parte de estiércol por una parte de rastrojo (50% E a 50% R); 1:3 una parte de estiércol por tres partes de rastrojo (25% E a 75% R) y; una pila con puro rastrojo y una pila con puro estiércol. El objetivo del presente estudio fue evaluar los ciclos de las temperaturas de la composta que se generaron en base a las mezclas evaluadas durante el proceso de composteo.

### Diseño Experimental

El diseño experimental que se usó fue un arreglo de bloques completamente al azar, con 5 tratamientos y con 4 repeticiones. Los tratamientos fueron 3 mezclas de estiércol más rastrojo y un tratamiento con puro rastrojo y uno con puro estiércol, los cuales fueron los siguientes: (T1) 3E:1R; (T2) 1E:1R; (T3) 1E:3R; (T4) 100% R y el tratamiento (T5) con 100% E. Las variables medidas en el proceso fueron la humedad y temperatura de la composta.

A los 45 días de composteo se realizaron análisis de laboratorio en muestras de cada una de las mezclas que se prepararon para determinar los contenidos de nitrógeno y carbono para hacer el cálculo de la relación C/N y así correlacionarlo con las diferentes índices de

temperatura y para determinar los tiempos que duraron las diferentes fases en proceso de composteo.

## 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 en base a las proporciones de estiércol de bovino con rastrojo de maíz. Las fases más importantes en el proceso de composteo son: Descomposición mesofílicas ( $< 40^{\circ}\text{C}$ ) proceso en el cual ocurre una degradación de azúcares y aminoácidos por la acción de grupos de bacterias (*Bacillus* y *Thermus*); la otra fase que consideró para medir los efectos de la adición de una fuente de carbono alternativa junto con el estiércol fue la descomposición termófila la cual ocurre a temperaturas entre los  $40^{\circ}$  y  $60^{\circ}$  C y en la que se descomponen ceras polímeros y hemicelulosa. Esta degradación es ejercida por hongos principalmente del grupo de los actinomicetos (*Micromonospora*, *Streptomyces* y *Actinomyces* ).

De acuerdo con los registros de las temperaturas en cada una de las pilas del diseño experimental, en los primeros ocho (8) días de registro, no se encontraron diferencias significativas en temperaturas entre los tratamientos del ensayo, ya que estos mostraron niveles de temperatura arriba de los  $50^{\circ}$  C (Cuadro 1). Por otra parte, todos los tratamientos se mantuvieron en la fase termofílica durante los primeros 45 días de composteo, sin embargo, en el día 22 se pueden observar temperaturas menores a los  $40^{\circ}$  C en todos los tratamientos, a excepción del tratamiento 100%E, que estuvo siempre arriba de los  $40^{\circ}$  C hasta los últimos dos muestreos en la temperatura se redujo a menos de  $40^{\circ}$  C . Este comportamiento se puede atribuir a que fue una de las fechas intermedias en que se humedecieron los tratamientos de composteo (Figura 1 y Cuadro 1).

Los tratamientos compuestos por una mezcla de 75% de estiércol y 25% de rastrojo de maíz (T1: 75%E+25%R); T2: 50%E+50%R y el T5: 100% de estiércol se mantuvieron por 20 días en temperaturas mayores a los  $40^{\circ}$  C y en algunas fechas de muestreo se alcanzaron temperaturas máximas por encima de los  $60^{\circ}$  C.

Cuadro 1. Registro de las medias de temperatura durante 45 días de composteo aeróbico de cinco diferentes mezclas de estiércol con rastrojo de maíz.



TRATAMIENTOS	Medias de Temperatura °C																	
	Días Transcurridos en el Proceso de Composteo																	
	3	6	8	10	13	16	20	22	24	27	29	31	34	36	38	41	43	45
75%E + 25%R	65	56	61	51	49	58	58	34	47	51	53	47	45	46	45	43	40	41
50%E + 50%R	62	58	61	47	43	49	55	31	46	51	50	45	46	47	43	44	41	43
25%E + 75%R	59	58	61	47	39	52	52	33	50	46	47	44	44	45	41	43	39	40
100%R	54	51	56	38	30	54	45	28	46	45	48	48	43	44	40	43	41	38
100%E	56	51	52	57	56	52	59	40	43	46	51	46	45	45	40	42	36	39

E = Estiércol; R = Rastrojo

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. En la Figura 3 se muestran las relaciones C/N para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 con valores de C/N de 16, 15, 18, 31 y 17 respectivamente para los tratamientos evaluados. Se puede observar que existe una alta correlación con los tratamientos a los que se agregó un porcentaje de rastrojo como el T1: 75%E+25%R; el T2: 50%E+50%R y el T3: 25%E+75%R, mostrando relaciones C/N mas bajas que lo que pide la norma que es una relación C/N de 25.

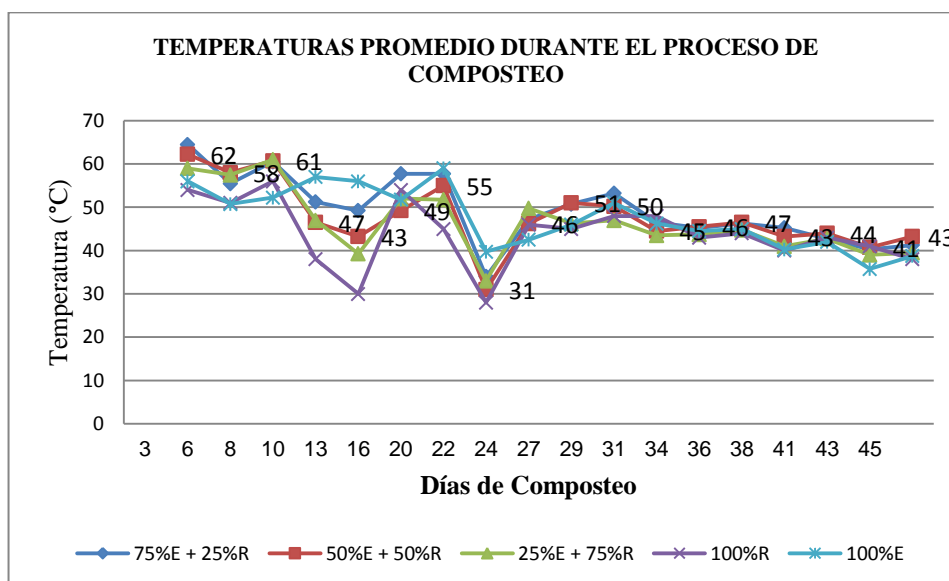


Figura 2. Efecto de los tratamientos de mezclas de estiércol y rastrojo de maíz sobre las temperaturas que determinan las fases de descomposición de los materiales orgánicos.

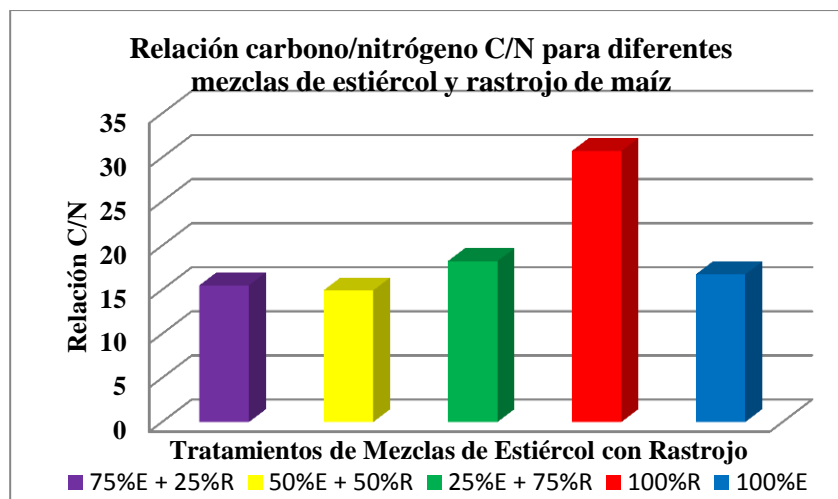


Figura 3. Efecto de las mezclas de estiércol y rastrojo de maíz sobre las relaciones carbono/nitrógeno (C/N) al final del proceso de descomposición de los materiales orgánicos.

### CONCLUSIONES

- Las mezclas de estiércol y rastrojo de maíz tiene un efecto importante sobre las temperaturas que determinan las fases de descomposición de los materiales orgánicos.
- La adición de una fuente de carbono, como rastrojo de maíz, en un composteo aeróbico influye sobre las relaciones carbono/nitrógeno (C/N) al final del proceso de descomposición de los materiales orgánicos manteniendo esta relación en un nivel aceptable.

### BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Navarro R. A. 1998. Manual para hacer composta Aeróbica. CESTA Amigos de la Tierra.p. 21.
- Nieto-Garibay A., Murillo-Amador B., Troyo-Diéguez E., Larrinaga-Mayoral J. A., y J. L. García-Hernández. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*capsicum annuum* l.) en zonas áridas. INCI Vol.27 No.8. Caracas ago. Pp. 208-216
- Paneque, V. M., J. M. Calaña. 2004 Abonos Orgánicos, conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Folleto Técnico. Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y forestales. La Habana, Cuba. 54 p.
- SAGARPA, 2010. México sede de la 2ª Reunión Ordinaria de la Comisión Interamericana de Agricultura Orgánica (CIAO), en la que participan 18 países.
- Scheuerell S.J., W.F. Mahaffee. 2005. Microbial recolonization of compost after peak heating needed for the rapid development of damping-off suppression. Compost Science and Utilization 13:65-71.
- Soto, M. G. 2003. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica, pp. 20-49.
- Willer H, Yussefi M. 2001 *Organic Agriculture Worldwide*. BioFach, SÖL-Sonderausgabe Stiftung Ökology & Landbau, IFOAM, Alemania, 133 pp.

## **SEMBRADORA VERSÁTIL DE PRECISIÓN MECÁNICA PARA SIEMBRA DE FRIJOL EN CAMA CON DIFERENTES HILERAS**

**Carlos Rojas Santillán\*, Esteban Salvador Osuna Ceja, Raúl Vidal García Hernández y Sergio Arellano Arciniega.**

\*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Pabellón, Km. 32.5 carretera Aguascalientes-Zacatecas, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Correo electrónico: [rojas.carlos@inifap.gob.mx](mailto:rojas.carlos@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

En el establecimiento de cualquier cultivo, el realizar una siembra adecuada para la obtención de las densidades de plantas por unidad de superficie, es la base para estar en posibilidades de obtener buenos rendimientos. Una alternativa para lograr la conservación del suelo y el agua, así como mejorar el sistema de siembra tradicional e incrementar el rendimiento de frijol de temporal, consiste en desarrollar prototipos de sembradoras versátiles, que por sus características físicas y operativas, puedan satisfacer demandas de los productores, como son la siembra en camas con diferentes hileras, depositar la semilla de frijol a la profundidad y distancia requerida; e integre sistemas para la captación de agua *in situ* y la aplicación de fertilizantes orgánicos. El equipo debe ser accesible y redituable para la mayoría de los agricultores a fin de adoptar este desarrollo tecnológico e implementar la agricultura de conservación (Colegio de Postgraduados, 1999, Osuna *et al.*, 2000).

El éxito de un cultivo depende, en más de un 50%, de las condiciones de siembra, y de los componentes fundamentales de la sembradora a las necesidades particulares (Gil *et al.*, 2008, Pozzolo Ferrari y Curró, 2008). La densidad poblacional y la distribución espacial de las plantas son factores asociados al manejo eficaz de un cultivo para que éste exprese su máximo potencial de rendimiento (Maroni *et al.*, 2003, Maroni y Fernández, 2006).

Al considerar las condiciones agroclimáticas que prevalecen en el Altiplano Semiárido del Norte Centro de México y los costos de inversión que hacen los productores en maquinaria para la producción agrícola, el INIFAP diseñó el prototipo denominando: “sembradora mecánica de precisión, versátil para agricultura de conservación” diseñado para sembrar frijol y otros granos de tamaño medios. El equipo está acondicionado para sembrar en camas a dos, tres y cuatro hileras en lo ancho de trocha de los tractores.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El diseño y construcción y la validación de la “Sembradora versátil de precisión mecánica para el cultivo del frijol” que se desarrolló en el INIFAP a través del Campo Experimental Pabellón.

Fue de la siguiente manera: primer paso consistió en realizar un análisis conceptual sobre el diseño de cada pieza que conformaría al prototipo de la sembradora. Asistido por el software SolidWorks 2012. Una vez construida la sembradora se puede usar para siembra convencional, siembra en cama de 1.60 m de ancho con tres y cuatro hileras. Este prototipo, se fundamentó en resultados de investigación realizados en el cultivo del frijol de temporal, donde se ha concluido que las nuevas variedades de frijol tipo mata que se siembran en la región semiárida del Norte Centro de México, responden mejor bajo estas condiciones de manejo. Los componentes que integran el conjunto del prototipo de sembradora son: una tolva para semilla, dosificadores de dedos, los cuales darán precisión en la distribución de la semilla, cuenta con un sistema o tren de siembra conformado por cuatro cuerpos con mecanismo integral para control de la profundidad, además, cuenta con un sistema de rodillo aqueel para captación de agua de lluvia "in situ", y una tolva para dosificar fertilizantes orgánicos (estiércol, compostas) e inorgánicos (químicos granulados), estos elementos serán accionados por medio de una rueda motriz de la sembradora.

En CEPAB a cada tratamiento de siembra realizada con el prototipo se le tomaron los siguientes datos: distancia entre plantas en centímetros, número de plantas por metro lineal, densidad de plantas en miles  $ha^{-1}$  y se estimó el gasto de semilla utilizada en cada tratamiento de siembra.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 1 a y b se muestran los resultados del diseño y construcción virtual del prototipo de sembradora en desarrollo, en estas imágenes podemos observar todos los componentes que la integran. Cabe resaltar que el software utilizado fue una buena herramienta ya que pudo simular el funcionamiento de todos sus aditamentos, además corregir en tiempo real los errores previos a la construcción física de la sembradora.

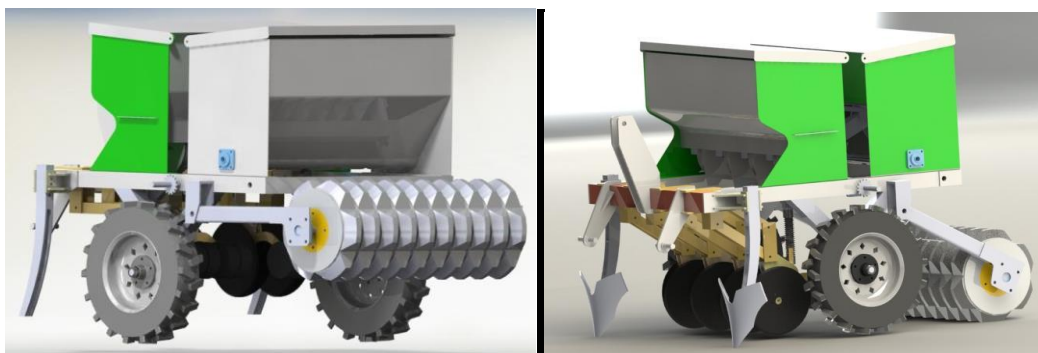


Figura 1 a y b. Diseño final de la sembradora asistida por SOLIDWORKS

En figura 2 a y b se pueden observar los resultados de la construcción física de la sembradora de precisión mecánica, misma que muestra todos sus componentes construidos y

ensamblados, la cual se manufacturó en el área de mecanización del Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes. Cabe resaltar que uno de los aditamentos más importantes del prototipo de sembradora es el rodillo Aqueel cuya función es la captación del agua de lluvia, dicho rodillo está conformado por ruedas dentadas individuales, las cuales imprimen pequeñas microcuencas sobre la superficie de la cama de siembra, otro de los aditamentos importante que se puede observar es la tolva dosificadora del abono, diseñado para distribuir el abono orgánico aun lado de la línea de siembra creado por los cuerpos sembradores; todo en un solo paso del equipo, con el cual se reducen los costos de establecimiento y manejo del cultivo, representando además diversos beneficios de impacto económico y ecológico de acuerdo con lo señalado por García (1999), Bertini (2007), Gorter (2007) y Osuna *et al.*, (2011).



Figura 2 a y b. Construcción física del prototipo de sembradora de precisión mecánica para siembra en cama con tres y cuatro hileras construida en el área de mecanización del CEPAB-AGS.

En la siguiente figura (3 a, b y c) se muestran los resultados de las pruebas de campo realizadas con el prototipo para la siembra tradicional a hilera sencilla, así como también para la siembra en cama con tres y cuatro hileras. En dichas figuras se puede observar la distribución homogénea entre plantas y la densidad de población lograda con dicho prototipo, lo cual demuestra la funcionalidad de precisión de la máquina; además se puede observar la rugosidad creada por el rodillo aqueel sobre la cama de siembra a tres y cuatro hileras. Estos resultados son congruentes con los reportados por otros autores que han evaluado equipos comerciales de precisión (Gil *et al.*, 2008, Giuliano *et al.*, 2010).



Figura 3 a, b y c. Se muestra la versatilidad de la sembradora para sembrar a diferentes líneas de siembra ya sea dos, tres y cuatro hileras.

### CONCLUSIONES

Los resultados indican que el efecto positivo de la siembra a tres y cuatro hileras en camas de lo ancho de trocha del tractor se debió a la buena distribución de semilla y control de la profundidad de siembra.

Con la sembradora mecánica de precisión, versátil se pueden realizar simultáneamente varias operaciones (siembra en cama a tres y cuatro hileras, establecimiento del sistema Aqueel para captación de agua *in situ* y la aplicación de abono orgánico) en solo paso, con lo cual se reducen los costos de producción y nos brinda la posibilidad de implementar una agricultura de conservación.

La sembradora de precisión mecánica, versátil es un desarrollo tecnológico innovador que ofrece mejorar la rentabilidad de las actividades agrícolas y la conservación de recursos.

### BIBLIOGRAFIA

- Bertini, 2007. Sembradora modelo 22.000 para siembra directa. Única en el mundo. <http://www.bertini.com.ar/m22000/econo2.htm>. 2007. septiembre, 2013.
- Colegio de Postgraduados. 1999. Evaluación del Programa de Labranza de Conservación. Informe Técnico. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural-Subsecretaría de Desarrollo Rural-Dirección General de Desarrollo Rural-CP. México, D.F. 35p.

- García, B.S. 1999. Efecto de las sacudidas sobre la calidad de trabajo de las sembradoras neumáticas. Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Doctoral. [http://www.cibernetia.com/tesis\\_es/CIENCIAS\\_TECNOLOGICAS/INGENIERIA\\_Y\\_TECNOLOGIA\\_MECANICAS/MAQUINARIA\\_AGROPECUARIA/1](http://www.cibernetia.com/tesis_es/CIENCIAS_TECNOLOGICAS/INGENIERIA_Y_TECNOLOGIA_MECANICAS/MAQUINARIA_AGROPECUARIA/1). Septiembre, 2013.
- 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>. Octubre, 2013.
- Gorter, R. 2007. Trux Company. <http://www.buyusa.gov/Uruguay/es/159html>. Octubre, 2013.
- Maroni J., Fernández A.C., y Dalla M.N. 2003. Prestaciones de un dosificador neumático para la siembra monograno de semillas de girasol. Revista de investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias. No. V. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/nvestigación/revista/red5/8.htm>. Septiembre, 2013.
- Maroni, J., y Fernández, A.C. 2006. Novedoso dispositivo dosificador monograno de semillas. Cátedra de maquinaria agrícola. UNR. [http://www.engormix.com/s\\_articulos\\_view.asp?art=765](http://www.engormix.com/s_articulos_view.asp?art=765). Septiembre, 2013.
- Osuna, C. E.S., J.S. Padilla R. y F. Esquivel V. 2000. Desarrollo de sistemas de producción sostenible para uso y conservación de suelo y agua en las zonas áridas y semiáridas del norte-centro de México. SIHGO-CONACyT. Querétaro, México. 45p.
- Osuna, C. E.S., J.A. Acosta, G., L. Reyes M., M.A. Martínez G., J.S. Padilla R., E. Jr. Ventura R., E. González G., M.A. Cortés Ch., F. Garibaldi M. y I. Hernández Ríos. 2011. Tecnología para incrementar la producción de frijol de temporal en el altiplano semiárido de México. Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., (Folleto para productores No. 44). 32 p.
- Pozzolo, O., Ferrari, H., y Curró C. 2008. Colza-Canola Implantación. EEA INTA. C del Uruguay. <http://www.elsitioagricola.com/articulos/pozzolo/colza%20canola%20implantacion.asp>. Octubre, 2013.

---

---

## ANÁLISIS DEL MODELO MATEMÁTICO HIDRODINÁMICO DEL RIEGO POR SUPERFICIE EN LA COMARCA LAGUNERA

**Delgado Ramírez Gerardo<sup>1</sup>, Palomo Rodríguez Miguel<sup>2</sup>, Rivera González Miguel<sup>1</sup>, Jacobo Salcedo María del Rosario<sup>1</sup>, Estrada Ávalos Juan<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua Suelo Planta Atmósfera (CENID RASPA; INIFAP). Canal Sacramento km 6+500. Gómez Palacio, Dgo., México. <sup>2</sup>Campo Experimental La Laguna-INIFAP. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros, Coahuila, México.  
[delgado.gerardo@inifap.gob.mx](mailto:delgado.gerardo@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera cuenta con una infraestructura hidráulica con capacidad de irrigar poco más de 223 mil hectáreas. Sin embargo, la disponibilidad histórica de agua ha permitido regar alrededor de 85 mil hectáreas, lo que revela un superávit en infraestructura de distribución dada la extensa red interparcelaria que posee (CNA, 2002). No obstante, una gran cantidad de esta red se conforma de canales de tierra, los cuales, aunado a los métodos de riego empleados, provocan fuertes pérdidas hídricas en la conducción y aplicación, alcanzando eficiencias de 46 por ciento (Acosta, 2008).

De acuerdo al Programa de Transferencia de Tecnología Integral en Riegos, implementado en un gran número de predios agrícolas de la Región Lagunera, la aplicación del modelo hidrodinámico en el diseño del riego superficial, permitió recuperar volúmenes de agua en base al incremento de las eficiencias de riego a nivel parcelario, reportándose éstas en valores que varían entre 52 y 92 por ciento (García, 2000). El logro alcanzado con esta técnica es relevante, sobre todo para la región donde el recurso hídrico es cada vez más limitado.

Sin embargo, con base a la aplicación de las recomendaciones derivadas del modelo hidrodinámico, las eficiencias de riego proyectadas no necesariamente son las obtenidas en campo. Esta condición se observa principalmente en el cultivo de la alfalfa, donde los asentamientos del suelo por el paso de la maquinaria para su corte, así como a través de los riegos realizados (desde la siembra y a lo largo del ciclo), pueden llegar a modificar la topografía de las melgas y por ende las eficiencias de riego.

En el presente estudio se aborda precisamente este tema, con la finalidad de determinar el sesgo entre lo proyectado y lo implementado en campo, además de establecer los límites de aplicación de cada una de las variables de riego (pendiente longitudinal, longitud de melga, gasto unitario y tiempo de riego) para mantener e incrementar la eficiencia potencial del sistema de riego.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Evaluación del Riego Parcelario

Como estrategia se planteó trabajar con evaluaciones de riego parcelario de siete predios agrícolas (casos de estudio), ubicados en diferentes sitios de la Región Lagunera. En cada uno de estos predios, se realizaron pruebas de avance de riego con la finalidad de ajustar los parámetros del modelo hidrodinámico, y así proceder a la simulación del riego superficial. En una primera instancia, se seleccionaron las melgas en función a su representatividad de textura de suelo. Posteriormente, en las melgas seleccionadas se colocaron estaciones de avance a cada 20 m. De igual forma, se realizaron mediciones de altimetría de la melga utilizando un nivel fijo. A partir de dichas mediciones, se determinaron las pendientes promedio en cada una de las melgas utilizando regresión lineal. El contenido de humedad del suelo se determinó con el método gravimétrico. Los muestreos de humedad se realizaron en cuatro puntos de la melga distribuidos uniformemente en función a la longitud de la misma, en estratos de 30 cm y hasta una profundidad de 120 cm. Durante la prueba de avance, se aforaron los gastos parcelarios (entrada a la melga), así como como el tiempo de inicio y avance en cada una de las estaciones de la melga, el tiempo de corte del riego, y el tiempo en cubrir la totalidad de la melga en su parte final o receptor (Ramírez, 2002).

Una vez generadas las recomendaciones correspondientes, se procedió a su implementación en campo, verificando en cada uno de los casos que las pendientes, anchos y longitudes de las melgas fueran acorde a lo recomendado. En esta etapa del trabajo, se estableció una estrecha colaboración con los operadores agrícolas de los predios (tractoristas y regadores). Enseguida de la implementación y establecido el cultivo (en todos los casos el cultivo fue la alfalfa), se realizaron nuevamente las pruebas de avance con la finalidad de establecer el sesgo entre las eficiencias proyectadas y las obtenidas finalmente en campo.

En el Cuadro 1 se presentan las características de las melgas de cada uno de los “Casos” evaluados en el presente estudio, antes de aplicar las recomendaciones.

Cuadro 1. Características de las melgas de los “Casos”, antes de la implementación de las recomendaciones.

No. Caso	Municipio	Ancho melga (m)	Longitud melga (m)	Pendiente melga (cm/100m)
1	Fco. I. Madero	30.0	246.0	1.8
2	Fco. I. Madero	17.5	170.0	1.0
3	San Pedro	18.0	150.0	1.5
4	San Pedro	18.0	100.0	1.5
5	Torreón	19.0	189.0	2.0
6	Matamoros	13.5	120.0	3.2
7	Matamoros	29.0	140.0	4.0

**Ajuste del Modelo**

Toda la información obtenida en las evaluaciones del riego superficial fue analizada mediante el software SIRMOD II (Walker, 1999). En primera instancia, antes de la implementación de las recomendaciones, se ajustaron los parámetros del modelo hidrodinámico en cada una de las melgas generándose las recomendaciones correspondientes. Posteriormente, se validaron las eficiencias de riego con el objeto de identificar el sesgo entre lo recomendado y lo establecido en campo. Un ejemplo de ello, se presenta el “Caso” 5 (Figura 1), ubicado en el municipio de Torreón Coahuila.

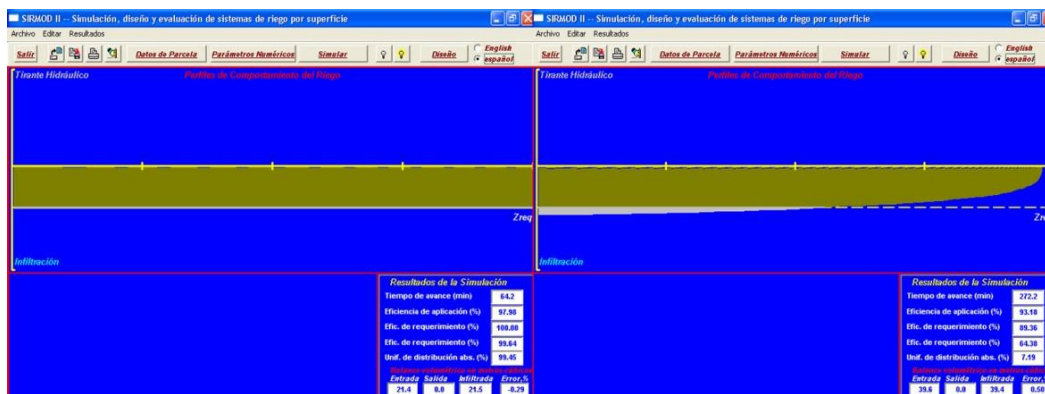


Figura 1. Sesgo entre lo proyectado y lo real del Riego por Superficie, Caso 5.

Una vez identificado el sesgo, se analizaron de forma conjunta e independiente cada una de las variables de riego que intervienen directamente en las eficiencias, con el propósito de determinar sus límites de aplicación para mantener e incrementar la eficiencia potencial del sistema de riego.

**Modelo Hidrodinámico del Riego por Superficie**

El movimiento del agua en este contexto, es expresado por las ecuaciones de Saint Venant o de continuidad y de momento, las cuales representan el modelo hidrodinámico total (Walker y Skogerboe, 1987).

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial Z}{\partial \tau} \quad \text{(Continuidad)} \quad (1)$$

$$\frac{1}{Ag} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A^2g} \frac{\partial Q}{\partial x} + (1 - F^2) \frac{\partial y}{\partial x} - (S_0 - S_f) = 0 \quad \text{(Momento)} \quad (2)$$

Dónde:  $A$ = área de la sección transversal ( $m^2$ );  $Q$ = gasto unitario ( $m^3 \text{ seg}^{-1}$ );  $t$ = tiempo transcurrido (seg);  $x$ = distancia desde el inicio de la melga;  $\tau$ = tiempo de oportunidad de infiltración (min);  $Z$  = infiltración acumulada (m);  $g$ = aceleración de la gravedad ( $9.81 \text{ m seg}^{-2}$ );  $F$ = número de Froude (adimensional);  $S_0$ = pendiente longitudinal de la melga ( $m \text{ m}^{-1}$ );  $S_f$ = pendiente de fricción ( $m \text{ m}^{-1}$ );  $y$ = tirante hidráulico (m).

La ecuación de continuidad (Ec. 1) está compuesta de tres términos; el primero relaciona la variación del área de la sección transversal con el tiempo de riego transcurrido a lo largo de la melga, el segundo término describe la variación del gasto a lo largo de la melga, el tercer y último término de la ecuación se refiere a la variación de la infiltración acumulada del agua de riego con respecto al tiempo de infiltración del suelo. Con referencia a la ecuación de momento (Ec. 2) está se compone de cuatro términos; el primero describe la variación del gasto con respecto al tiempo transcurrido de riego a lo largo de la melga, el segundo se refiere a la variación del gasto con relación a la distancia de la melga, el tercero detalla la variación del tirante hidráulico a lo largo de la melga, el último término considera la pendiente de la melga, así como la pendiente de fricción o rugosidad.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

De acuerdo a las evaluaciones de riego, antes y después de implementar las recomendaciones de diseño de la melga en los siete “Casos”, todos presentaron sesgos entre lo proyectado y lo real, siendo la pendiente longitudinal, el tiempo de riego, gasto unitario y longitud de la melga, las variables de riego más susceptibles, las cuales intervienen directamente en las eficiencias de riego por superficie.

A continuación se presentan los resultados de las evaluaciones de los riegos, mencionando como ejemplo los “Casos” 1 y 5, en estos se evaluaron dos y tres riegos de seguimiento respectivamente (riegos después de implementar la recomendación), por tal razón los hace más representativos que los otros casos evaluados.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de las evaluaciones de los riegos por superficie del “Caso” 1, donde se observa que la pendiente longitudinal es diferente en los dos riegos de seguimiento, lo que puede ser atribuido a los asentamientos por los riegos y paso de maquinaria. También el tiempo de riego afectó la eficiencia después de la implementación de las recomendaciones. En el segundo riego de seguimiento se proporcionó menos tiempo de riego que el requerido, por tanto, la lámina de riego aplicada fue menor a lámina requerida, lo que originó que las eficiencias fueran menores a las propuestas en el diseño. Es necesario mencionar que en este “Caso”, se aplicó de forma adecuada la variable de gasto unitario, ya que en el predio se instaló un sistema de riego tipo válvulas alfalferas, lo que contribuyó a mantener un gasto uniforme al eliminarse las pérdidas por infiltración, garantizando un gasto constante de operación durante el turno de riego.

Cuadro 2. Resultados de las evaluaciones de los riegos, "Caso" 1.

VARIABLES DE RIEGO	DISEÑO	1 SEGUIMIENTO	2 SEGUIMIENTO
Pendiente (cm/100m)	3.0	2.6	2.8
Longitud melga (m)	123.0	130.0	119.0
Ancho melga (m)	20.0	20.0	20.0
Gasto unitario (L seg <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> )	6.0	6.0	6.0
Tiempo de riego (min)	52	55	45
Lámina de riego (cm)	15.2	15.2	13.6
Eficiencia riego (%)	91.6	88.0	83.3

En la Figura 2 se observa los sesgos que existen en los tiempos de avance de riego del "Caso" 1, los tiempos de los riegos de seguimiento (tiempos reales) tienden a ser menores al tiempo de riego proyectado, generando un sesgo en los tiempos de avance de riego, el cual origina bajas eficiencias de riego parcelario.

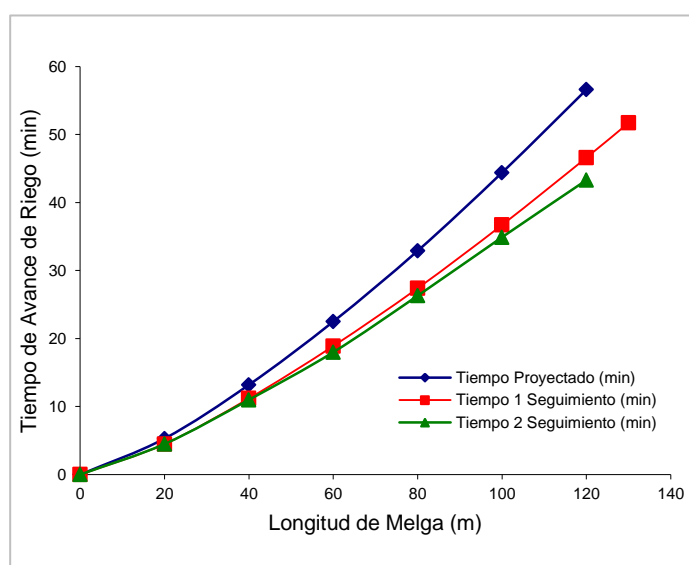


Figura 2. Sesgo de los tiempos de avance de riego del "Caso"1.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de las evaluaciones correspondientes al "Caso" 5, donde se observa que al igual que el "Caso" 1, la pendiente fue diferente en los riegos de seguimiento. Los riegos se realizaron en diferentes longitudes de melgas, aunque se conservaron las mismas características de textura de suelo y cultivo. No obstante, en este "Caso" en particular los gastos unitarios fueron diferentes en cada riego, ya que no está estandarizado el manejo del sistema de riego. En ocasiones éste es aplicado a partir del estanque y en otras por las bombas directas, lo que ocasiona que los gastos de operación no sean uniformes y constantes, por lo tanto, no se respeta el gasto unitario propuesto en el diseño. De igual forma, otravariante que influyó en las bajas eficiencias de riego de este "Caso"

de estudio, fue el tiempo de riego. En relación a los tiempos de avance de riego, éstos fueron superiores a los propuestos en el diseño, lo que originó láminas de riego excedentes y por tanto bajas eficiencias de riego.

Cuadro 3. Resultados de las evaluaciones de los riegos, “Caso” 5.

Variables de riego	Diseño	1 Seguimiento	2 Seguimiento	3 Seguimiento
Pendiente (cm/100m)	2.0	1.7	1.4	1.6
Longitud melga (m)	189.0	180.0	202.0	120.0
Ancho melga (m)	19.0	19.0	19.0	19.0
Gasto unitario (L seg <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> )	5.8	5.8	5.3	6.1
Tiempo de riego (min)	82	95	131	55
Lámina de riego (cm)	15.1	18.4	20.6	16.8
Eficiencia riego (%)	97.0	79.8	71.8	88.6

En la Figura 3 se observa los sesgos presentados en los tiempos de avance de riego del “Caso” 5. En este “Caso”, los tiempos de avance de los riegos de seguimiento (tiempos reales) fueron superiores al tiempo de avance de riego proyectado, contrario al “Caso” 1, generando un sesgo en los tiempos de avance de riego provocando bajas eficiencias de riego parcelario.

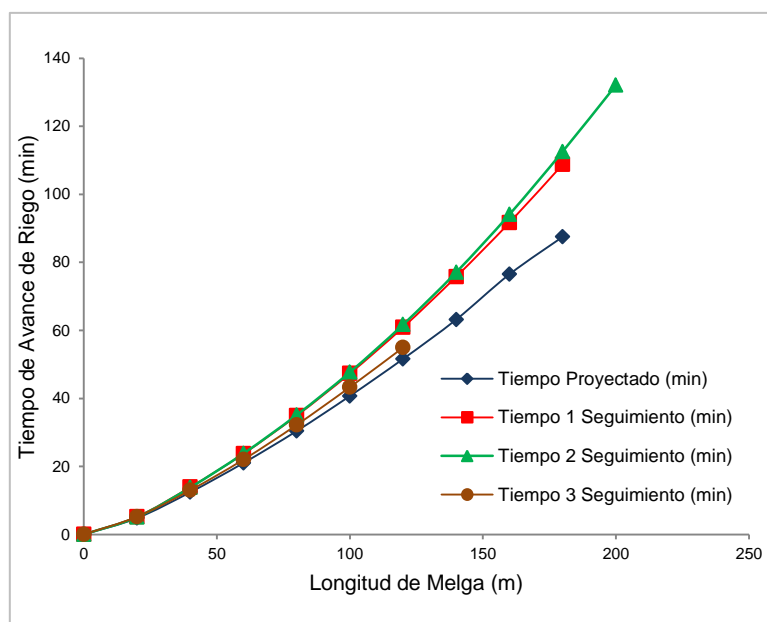


Figura 3. Sesgo de los tiempos de avance de riego del “Caso” 5.

En el Cuadro 4 se presentan las variables más susceptibles a la eficiencia de riego parcelario, además se mencionan los rangos de variación para cada una de ellas, con la función objetivo de mantener la eficiencia de riego parcelario con la que fue diseñado el riego por superficie.

Cuadro 4. Rangos de variación de las variables de riego más susceptibles a la eficiencia de riego parcelario, de los siete "Casos" evaluados en la Comarca Lagunera.

Variables de riego	Casos						
	1	2	3	4	5	6	7
Pendiente (cm/100m)	+2	-1.5 a +0.5	-2 a +0.5	-1 a +1.5	-0.5 a +1	+1	-0.5 a +2
Longitud melga (m)	+10	N.A*	N.A*	+25	+40	+30	+20
Gasto unitario (L seg <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> )	+1	-2.5 a +1	N.A*	-1	-1.5 a +2	+2	-0.5
Tiempo de riego (min)	-4 a +2	-12 a +8	-4 a +9	-5 a +5	-5 a +5	-5 a +5	-5 a +10

\*\* N.A = No afecta la eficiencia de riego parcelario.

### CONCLUSIONES

Con base en los datos analizados, se puede establecer las siguientes conclusiones aplicables en el caso de la Comarca Lagunera:

Para mantener las eficiencias de riego propuestas en el diseño, es necesario establecer rangos o límites de aplicación para cada una de las variables que influyen en las eficiencias de riego parcelario, utilizando el modelo hidrodinámico del riego por superficie.

Es importante supervisar la nivelación de las melgas y tomar un criterio de un rango permisible de pendiente longitudinal del más menos 25 por ciento ( $\pm 25\%$ ), de la pendiente diseñada, con la finalidad de no afectar la eficiencia de riego proyectada. Con lo referente al tiempo de riego por melga, se sugiere tomar una tolerancia de  $\pm 5$  minutos para garantizar la aplicación de la lámina de riego propuesta en el diseño, y a su vez conservar la eficiencia de riego. Además se sugiere realizar periódicamente aforos a las fuentes de agua para monitorear los gastos unitarios, para prever al máximo los sesgos entre lo proyectado y lo real.

Por otra parte, y en relación a la experiencia adquirida al momento de implementar las diferentes recomendaciones emanadas del modelo hidrodinámico, es necesario considerar la capacitación continua de las personas que toman la decisión de cuándo y cuánto regar en un predio agrícola con el objetivo de contribuir a la sustentabilidad del recurso agua a nivel regional.

### BIBLIOGRAFÍA

- Acosta L. G. 2008. Evaluación de programas de simulación para el diseño del riego por gravedad. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila.
- CNA. 2002. Uso Pleno de la Infraestructura Hidroagrícola. <http://www.cna.gob.mx/portal/switch.asp?param=3071180>.

- García R. M. 2000. Análisis de Escenarios en Riego por Superficie en Melgas Basado en un Modelo de Simulación. Tesis de Ingeniero Agrónomo en Irrigación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.
- Ramírez H. E. 2002. Análisis de Escenarios basados en un Modelo de Simulación para el Diseño de un Sistema de Riego por Superficie. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. TorreónCoah., México.
- Walker W. R. and Skogerboe V. G. 1987. Surface Irrigation: "Theory and Practice". Prentice -Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Walker R. W. SIRMOD II. 1999. Surface Irrigation Simulation, Evaluation and Design User's Guide and Technical Documentation. Department of Biological and Irrigation Engineering Utah State University. Logan Utah.

## DIAGNÓSTICO NUTRIMENTAL DE AGUA EN VIÑEDOS DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES

**<sup>1</sup>Manuel Antonio-Galindo-Reyes, <sup>1</sup>Hugo Carlos Castañeda-Esparza, <sup>1</sup>Mercedes Borja-Bravo, <sup>1</sup>Osias Ruiz-Álvarez, <sup>2</sup>José Manuel Martínez-Mireles, <sup>2</sup>Héctor Silos-Espino, <sup>3</sup>Ricardo Favian Guevara-Medina**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Pabellón. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico El Llano. Km. 18 Carretera Aguascalientes-San Luis Potosí, El Llano, Ags. <sup>3</sup>Universidad Autónoma de Zacatecas Km. 15.5 Carretera Zacatecas-Guadalajara, Cieneguillas, Zac.  
\*E-mail: galindo.manuel@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

La década de los ochenta se considera la “época de oro” de la viticultura en Aguascalientes, ya que el estado de Aguascalientes fue el segundo productor de vid a nivel nacional, al cultivarse más de 13,000 hectáreas; no obstante, en el año 2012 sólo se cultivaron 835 hectáreas (SIAP-SAGARPA, 2013). Las variedades más importantes que se cultivan en estado son Salvador, Globo Rojo, Rubí Cabernet, Malbec, CheningBlanc y Carignan. En Aguascalientes, el mayor volumen de producción se destina a la industria de jugos, una pequeña cantidad para mesa y para vinos. Este cultivo es importante debido a que 235 productores se dedican a esta actividad; además, se generan gran cantidad de empleos en producción, industrialización y comercialización del producto.

La reducción drástica en la superficie, los bajos rendimientos y la corta vida productiva del cultivo de la vid en Aguascalientes se ha debido a problemas diversos, como la presencia de enfermedades, plagas, falta de agua y el deficiente manejo del cultivo en general. Esta problemática ha provocado bajos márgenes de utilidad, productividad y competitividad en el mercado de la uva. Así, superficie dedicada a la vid se reemplazó por hortalizas, maíz, frijol y forrajes, ya que para el año 2012, únicamente se tenía el 6% de la superficie de los ochenta (SIAP-SAGARPA, 2013).

Ante esta situación, El Consejo de Viticultores de Aguascalientes. A. C sugirió desarrollar un diagnostico integral del cultivo de la vid en el estado para determinar las causas del bajo rendimiento y la corta vida productiva de la parra, por lo que el presente diagnóstico de nutrimental de agua forma parte del diagnostico integral parteado por el consejo de productores. El análisis nutrimental del agua se utiliza básicamente para determinar la calidad de ésta para el riego y la tolerancia por parte de los cultivos, así como, establecer la calidad para su uso en fertirrigación (Marín *et al.*, 2002; Fertilab, 2012). La calidad del agua para irrigación se determina por la cantidad y tipos de sales que la constituyen. La concentración de sales en el



agua de riego reduce el agua disponible para los cultivos; es decir, las plantas deben ejercer mayor esfuerzo para poder absorber el agua, puede llegar incluso a sufrir estrés fisiológico por deshidratación afectando esto su crecimiento (Moya, 2009). Para evaluar su aptitud con fines de riego se deben determinar los parámetros siguientes: conductividad eléctrica, pH, cantidad de sales totales disueltas; niveles de calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, carbonatos, bicarbonatos, cloruros y la relación de sodio adsorbido (R.A.S), salinidad efectiva (SE), salinidad potencial (SP), carbonato de sodio residual (CSR) y por ciento de sodio posible (Palacios y Aceves, 1970; Marín *et al.*, 2002). Considerando lo antes expuesto, la presente investigación tiene como objetivo determinar el estado nutrimental actual del agua en los viñedos del estado de Aguascalientes y acomo su relación con el crecimiento de la planta.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se realizó en 34 viñedos que se ubican en los principales municipios productores de vid. Dichos viñedos se localizan en el norte y noreste del estado de Aguascalientes, durante los meses de abril y mayo del año 2013.

En este diagnóstico se tomaron de 27 muestras de agua de pozo para análisis nutrimental, dentro de 34 viñedos señalados. El muestreo de agua consistió en tomar directamente del pozo un recipiente de 500 mL, después de haber estado trabajando al menos media hora. La muestra se depositó en una botella limpia y se enjuagó varias veces con el agua a muestrear; además, este recipiente se llenó completamente y se cerró procurando dejar el menor volumen de aire en su interior. La muestra se etiquetó con los datos siguientes: nombre, dirección, teléfono y correo electrónico; finalmente, se trasladó al laboratorio el mismo día de la recolección.

En laboratorio se determinaron los elementos siguientes:  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3^{=}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{PO}_4$ ,  $\text{NO}_3^-$ , pH, CE (conductividad eléctrica), TSS (total de sales solubles), RAS (relación de absorción de sodio corregida), CSR (carbonato de sodio residual), PSI (porcentaje de sodio intercambiable), SP (salinidad potencial). También, se calculó el requerimiento de lavado mediante la metodología propuesta por Doorenbosy Pruitt (1977).

Para el diagnóstico nutrimental de agua y la interpretación se realizó mediante tres metodologías. El método propuesto por Richards de la Universidad de California, EE. UU. (1954), la metodología sugerida por Palacios y Aceves (1970) y el método desarrollado por Ayers y Westcott (1985) para FAO.

## RESULTADOS

### Diagnóstico nutrimental de agua según Richards (1954)

El laboratorio de salinidad de Riverside (EE. UU) propone clasificar el peligro de salinización del suelo según la conductividad eléctrica del agua utilizada para el riego (Porta, 2010). La mayoría (93%) de las muestras analizadas de los viñedos corresponden a la categoría C2-S1 (Cuadro 1). Esto significa aguas de salinidad moderada, que se puede usar en los suelos de buena permeabilidad, con bajo problema de sodificación y se puede usar en todos los suelos sin que el nivel de sodio se eleve demasiado. Únicamente una muestra presentó la categoría de C3-S2 (Cuadro 1); esto quiere decir, aguas de salinidad media que se debe usar en suelos de permeabilidad moderada a buena, con peligro de sodificación mediana, estas aguas se pueden usar en suelos con textura gruesa o con buena permeabilidad

Cuadro 1. Determinación de la calidad de agua para riego de acuerdo con Richards del laboratorio de salinidad de los Estados Unidos.

Clase	Clasificación	Muestras de agua (%)
C2-S1	(C2) Moderado peligro de salinización y (S1) Baja peligrosidad sódica	94
C3-S2	(C3) Medio peligro de salinización y (S2) Mediana peligrosidad sódica	3
C1-S1	(C1) Bajo peligro de salinización y (S1) Baja peligrosidad sódica	3
Total		100

### Diagnóstico nutrimental de agua según Palacios y Aceves (1970)

#### Salinidad (conductividad eléctrica)

La vid se clasifica como un cultivo moderadamente sensible a la salinidad; no obstante, existe una amplia variabilidad en tolerancia entre portainjertos y variedades de vid (Cavagnaro *et al.*, 2006). Así, una estrategia en el cultivo de vid es usar portainjertos tolerantes a salinidad (Pio *et al.*, 2001). De manera general, el cultivo de vid se debe regar con agua que tenga una conductividad eléctrica  $\leq 1.0 \text{ dSm}^{-1}$ , si rebasa este valor, el rendimiento tenderá a disminuir por efecto de las sales en el agua (Anónimo, 1995). En los viñedos del estado de Aguascalientes el 39.28% de las muestras de agua para riego tenían menos  $0.5 \text{ dSm}^{-1}$  y el 60.72% mostraron entre  $0.5$  y  $1.0 \text{ dSm}^{-1}$ , por lo que de acuerdo con los requerimientos teóricos de esta especie, si

se suministra esta agua para riego en todos los viñedos muestreados, la planta expresará su potencial máximo sin problema.

Cuadro 2. Determinación de la calidad de agua para riego de acuerdo con Palacios y Aceves (1970)

Variable	Clasificación (%)		
	Buena ( $< 3\text{meL}^{-1}$ )	Condicionada (3 a $15\text{me L}^{-1}$ )	Total
Salinidad efectiva	88	12	100
Salinidad potencial	100	0	100
Carbonato de sodio residual	33	67	100

### Salinidad efectiva

La salinidad efectiva es una estimación más real del peligro que existe en las aguas para riego, ya que representan la precipitación de las sales menos solubles como carbonato de calcio, magnesio y sulfato de calcio (Aguilera y Martínez, 1996). En esta investigación se obtuvo el 88% de muestras de agua (24 muestras) son de buena calidad, ya que tienen menos tres  $\text{me L}^{-1}$  de sales, y el 12% (3 muestras) de muestras (Cuadro 2) presentan problemas de sales, al encontrarse en un rango de 3 a  $15\text{me L}^{-1}$  de sales según Palacios y Aceves (1970).

### Salinidad potencial

La salinidad potencial es un índice para estimar el peligro de cloruros y sulfatos que por consiguiente aumenta la presión osmótica (Del valle, 1992). El 100% de las muestras de los viñedos (Cuadro 2) no presentan ninguna problemática ya que presentan menor de tres (buena) (Palacios y Aceves 1970).

### Carbonato de sodio residual

Cuando el agua de riego contiene un exceso de carbonatos y bicarbonatos es mayor que calcio más magnesio existe la posibilidad de que existan carbonatos de sodio debido a que su alta solubilidad pueda permanecer en soluciones, aun después que se han precipitado los carbonatos de calcio y magnesio (Marín, 2002). El 37% de las muestras recolectadas presentan menos de  $1,25\text{me L}^{-1}$  de carbonato de sodio (buena) y 63% tienen entre  $1.25$  a  $2.50\text{me L}^{-1}$  de carbonato de sodio (Cuadro 2). Cuando el agua de riego se encuentra en este último rango se aplicar con cuidado, ya que puede presentar problemas de filtración en el suelo (Palacios y Aceves, 1970).

Determinación de la calidad del agua de riego por Ayers y Westcott (1985) por la FAO

En el análisis de agua se encontró que el 96% de las muestras presentaron menos de 0.7 ds y solamente el 4% mostró un rango de 0.7 a 3 dSm<sup>-1</sup>; en este sentido, Ayers y Westcott (1985) indican que menos de este valor no existe ningún problema de salinidad. El 96% de las muestras presentó un RAS de 0 a 3 y una conductividad eléctrica 0.2 a 0.7, y únicamente el 4% mostró una RAS de 0 a 3 y una conductividad de mayor de 0.7; por lo que de acuerdo con Ayers y Westcott (1985) la mayoría de las muestras tomadas de los viñedos generaron problemas de ligeros a moderados en la infiltración en el suelos.

### **Requerimiento de lavado**

El requerimiento de lavado (%) es la cantidad mínima de agua de riego que debe drenar a través de la zona radical para controlar la salinidad del suelo o del bulbo de mojado a un nivel específico dado. Este requerimiento depende de la sensibilidad de especie a las sales, de la salinidad del agua de riego y del tipo de suelo en cuestión (Tijerina, 1999). En general los requerimientos de lavado del suelo de las muestras de los viñedos muestran que el 39.3% no tienen problemas, ya que el 60.7% son bajos y requieren prácticamente entre dos y cinco por ciento de agua de riego adicional para lavar las sales y mantener el bulbo de mojado en condiciones óptimas para el crecimiento del cultivo de la vid.

## **CONCLUSIONES**

- ❖ El agua de los viñedos del estado de Aguascalientes se considera apta para riego de acuerdo con los requerimientos teóricos de la vid, ya que la mayoría de las muestras presentaron bajos niveles de salinidad.
- ❖ Únicamente en pocos viñedos se recomienda aplicar láminas de lavado considerables a los requerimientos de riego y aplicar yeso agrícola de manera esporádica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilera, C. M. y R. Martínez E. 1996. Relación agua-suelo-planta-atmosfera. Editorial Imprenta Universitaria de la UACH. Chapingo, México. 256 p.
- Anónimo, 1995. Manual de fertilizantes para la horticultura. Soil Improvement Committee California Association. Editorial Limusa. México, D.F. 297 pp.
- Ayers, R.S and D.W Westcott. 1985. Water Quality for agricultura. FAO. Irrigation and Drainage paper 29. Rev.1, Roma, Italia.174p.
- Cavagnaro J B, M T Ponce, J Guzmán, M A Cirrincione. 2006. Argentinean cultivars of Vitisvinifera grow better than European ones when cultures in vitro under salinity. Biocell 30:1-7.
- Del Valle F, H. 1992. Prácticas de relaciones agua-suelo-atmosfera. Editorial Universidad Autónoma de Chapingo. México.

- Doorenbos, S. y W.O. Pruitt. 1977. Crop water requirements. Irrigation and drainage. Paper No. 24. FAO. Roma, Italia.
- Fertilab. 2012. Manual de muestreo de suelo, planta y agua. Tercera edición. Celaya, Guanajuato, México. 24 p.
- Marin, G. M., P. Aragón R., B. C. Gómez. 2002. Análisis químico de suelos y agua. Manual de laboratorio. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
- Porta, J. 2010. Introducción a la edafología: Uso y protección de suelo. Segunda edición. Editorial Mundial-Prensa. Madrid, España.
- Moya T, J. 2009. Riego localizado y fertirrigación. Cuarta edición. Editorial Mundiprensa. Madrid, España.
- Palacios, V. O. y E. Aceves N. 1970. Instructivo para el muestreo, registro de datos e interpretación de la calidad del agua para riego agrícola. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 49 p.
- Pio V. A, C. Horst Bruckner, H. E. Prieto Martínez, C. A. Martínez and Huaman, P. R. Mosquim. 2001. Características fisiológicas de porta-enxertos de videira em solução salina. *Sci. Agric.* 58:139-143.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Cierre de la producción agrícola por estado: uva. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). *In: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)*. Consultado en línea el 1 de marzo de 2013.
- Tijerina C, L. 1999. Requerimientos hídricos de cultivos bajo sistemas de fertirrigación. *Terra* 17:237-245.

---

---

## LA MATERIA ORGÁNICA Y EL NITRÓGENO MINERALIZADO, PARA LOS SUELOS DEL TERRITORIO MEXICANO Y AREAS AGRICOLAS DE LOS DISTRITOS DE RIEGO.

**Miguel Rivera González <sup>1</sup>, María del Rosario Jacobo Salcedo, Juan Estrada Avalos <sup>1</sup>, Gerardo Delgado Ramírez y Miguel Palomo Rodríguez <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>CENID-RASPA, INIFAP. Km 6+500 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio Dgo. México E-mail: [rivera.miguel@inifap.gob.mx](mailto:rivera.miguel@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Campo experimental la Laguna-INIFAP, Blvd. José Santos Valdez N° 1200, Matamoros Coahuila, México.

### INTRODUCCIÓN

Los suelos agrícolas tienen una reserva de nitrógeno orgánico en forma de humus y compuestos muy estabilizados de lenta mineralización. Aproximadamente un 98 ó 99% de este nitrógeno no está disponible para el cultivo, únicamente la cantidad que se mineraliza durante el ciclo del cultivo pasa a formas disponibles. Se puede considerar como un valor razonable un 1% de mineralización del nitrógeno orgánico durante un ciclo de cultivo (Castellanos *et al.*, 2005). En la mayoría de los suelos, el contenido hídrico, y la temperatura son los factores ambientales más importantes que controlan la mineralización neta de nitrógeno a partir de la materia orgánica (Rodrigo *et al.*, 1997), estos factores presentan una fuerte interacción sobre la tasa de mineralización neta de nitrógeno (Zaket *et al.*, 1999; Quemada y Cabrera, 1997). Hay estudios que muestran una disminución de la mineralización neta de N a medida que el contenido de agua del suelo se aproxima a saturación (Drury *et al.*, 2003), dicha disminución aparentemente se debe a un decremento en la disponibilidad de oxígeno (Linn y Doran, 1984). La estimación o determinación del nitrógeno mineralizado a partir de la materia orgánica es de gran importancia para el cálculo del nitrógeno disponible del suelo y la dosis o necesidad de nitrógeno del cultivo. Se han obtenido ecuaciones que relacionan la mineralización de nitrógeno relativa con la temperatura (Kirschbaum, 1994) y con el contenido de agua relativo del suelo. Otra alternativa para la estimación del nitrógeno mineralizado de la materia orgánica es asumir un porcentaje de mineralización, un porcentaje del carbono orgánico de la materia orgánica, una relación carbono/nitrógeno, la densidad aparente del suelo, y la profundidad o estrato de suelo considerado (Castellanos, *et al.*, 2005). El disponer de mapas de fertilidad de los suelos es de gran importancia con fines de planeación de la investigación en el área de fertilidad de suelos y nutrición de cultivos. Al respecto se han realizados algunos esfuerzos en los que se han generado mapas de la distribución de suelos con un contenido de materia orgánica menor del 1%(CONAZA, 1993); sin embargo, son escasos o nulos los trabajos alusivos a las aéreas agrícolas de los distritos de riego del país. Considerando esta problemática se planteó el

presente trabajo de investigación cuyo objetivo principal cuantificar y establecer la distribución de la materia orgánica y nitrógeno orgánico mineralizado para las aéreas agrícolas de los distritos de riego del país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Una de las primeras actividades del presente estudio fue obtener el mapa de las áreas agrícolas de los distritos del país, la cual se llevó a cabo de acuerdo a la metodología descrita por Rivera *et al.* (2012). Posteriormente se recurrió a la base de datos levantados en campo por el INIGI para la serie II de edafología a una escala de 1:250,000 que se realizó a través de puntos de verificación de las unidades edafológicas, tomando de esta los valores de los porcentajes de materia orgánica, arena y arcilla. Esta base de datos consta de 16,051 puntos de muestreo, sin embargo no todos tuvieron datos de la información que se utilizó, por la anterior fue necesario realizar una depuración para finalmente obtener 10,648 puntos.

Se utilizó el método interpolador Kriging, el cual es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersos con valores. Kriging es un estimador lineal insesgado y busca generar superficies continuas a partir de puntos discretos. Asume que la media, aunque desconocida, es constante y que las variables son estacionarias y no tienen tendencias. Este procedimiento de interpolación se basa en un análisis previo de la auto correlación espacial de la variable en donde se asume que la distancia o dirección entre los puntos muestrales refleja la correlación espacial y que esta se puede usar para explicar la variación en la superficie (Moreno, 2008). Los porcentajes de materia orgánica fueron clasificados en cinco categorías como lo establece la norma oficial mexicana NOM-021(2000).

El nitrógeno orgánico mineralizado se estimó utilizando el procedimiento descrito por Castellanos *et al.*(2005). En este procedimiento se asume una tasa de mineralización del nitrógeno orgánico del 1%, que la materia orgánica está constituida por un 55% de carbono orgánico, una relación C/N de 10: 1, una superficie de suelo de una hectárea y una profundidad de este de 30 cm. Este procedimiento es descrito por la fórmula siguiente:

$$Nm = (((m.o * 0.55) * (3,000,000 * Da)) / 100) * 0.001$$

Donde:

Nm, es el nitrógeno mineralizado a partir de la materia orgánica, en un ciclo de cultivo (kg ha<sup>-1</sup>)  
m.o., es la materia orgánica (%), Da es densidad aparente del suelo (gcm<sup>-3</sup>),

Debido que el procedimiento anterior considera la densidad aparente del suelo, para la estimación de esta, se utilizó la ecuación propuesta por Rawls, (1983) la cual se presenta a continuación:

$$D_a = 100 / ((m.o/D_{mo}) + ((100-m.o)/D_{min}))$$

Donde:

$D_a$ , es la densidad aparente del suelo ( $gcm^{-3}$ ),  $m.o.$  es la materia orgánica del suelo (%),  $D_{mo}$  densidad de la materia orgánica =  $0.224 gcm^{-3}$ ,  $D_{min}$  es la densidad de la fracción mineral ( $gcm^{-3}$ ), la cual se calcula a partir de los porcentajes de arena y arcilla.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

### **Materia orgánica.**

En la figura 1 se presenta la distribución de la materia orgánica del suelo para los primeros 30 cm de profundidad. Los suelos clasificados como muy bajos en materia orgánica (< 0.5%) y bajos (0.6 al 1.5%) predominan en la parte norte y norte centro del país, mientras que los suelos clasificados con alto (3.6 -6.0 %) y muy alto (> 6%) contenido de materia orgánica, se localizan en la parte centro y sur del país. Los suelos clasificados en el rango de muy bajo y bajo contenido de materia orgánica se presentan en áreas donde la precipitación pluvial media mensual histórica varía en un rango de 50 a 500 mm mientras que en el rango de los 500 a 1500 mm se desarrollan los suelos clasificados con alto y muy alto contenido de materia orgánica (CNA, 2008).



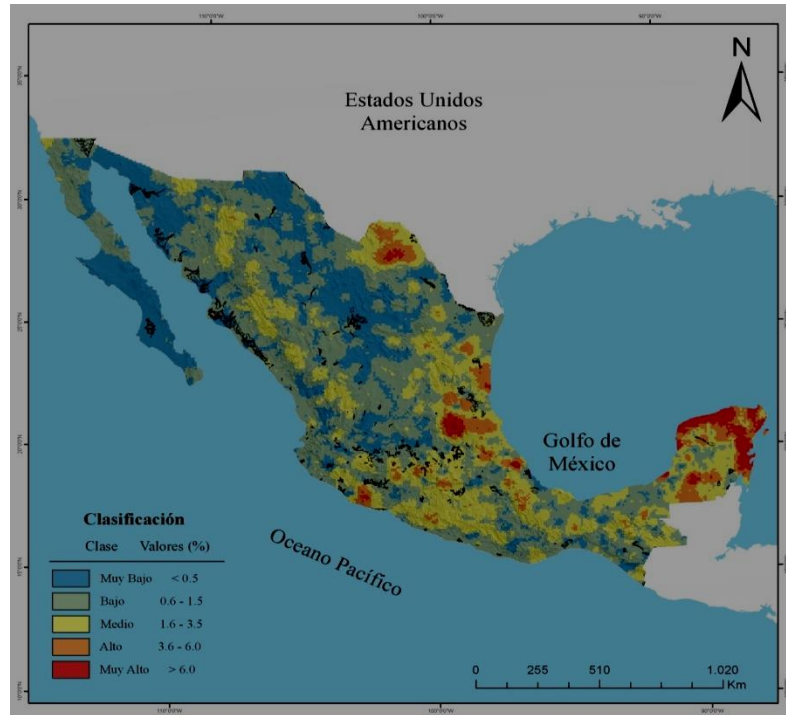


Figura 1.- Distribución de la materia orgánica, para los suelos del territorio mexicano y distritos de riego del país.

En esta figura las áreas delimitadas con color negro corresponden a áreas agrícolas de los distritos de riego del país; debido a que se manejó una escala de 1:250,000 y en esta no se puede apreciar la distribución de los contenidos de materia orgánica para las áreas agrícolas de los distritos de riego, en el Cuadro 1 se presentan las superficies que representan cada clasificación, en las áreas agrícolas de los distritos de riego no se presentan los suelos clasificados con alto y muy alto contenido de materia orgánica, los distritos de riego ocupan una superficie de 53,997.4 km<sup>2</sup> de estos 46,805.9 km<sup>2</sup> corresponden a las áreas agrícolas. En estas áreas los suelos clasificados con bajo contenido de materia orgánica (0.6- 1.5 %) ocupan una superficie de 23,906.8 km<sup>2</sup> que representa un 51 % del área agrícola, los suelos con muy bajo contenido de materia orgánica, representan el 34.9% y un 14.1 % corresponden a suelos con un contenido medio de materia orgánica.

Cuadro1.- Clasificación de los suelos en base a su contenido de materia orgánica y la superficie que ocupan de las áreas agrícolas de los distritos de riego.

Clase	Rango de materia orgánica (%)	Superficie (km <sup>2</sup> )	% que representa cada clase
Muy bajo	< 0.5	16,329.66	51.0
Bajo	0.6-1.5	23,906.78	34.9
Medio	1.6-3.5	6,579.48	14.1
Alto	3.6-6.0	0.0	0.0
Muy alto	>6.0	0.0	0.0

**Nitrógeno orgánico mineralizado.**

En la figura 2 se muestra la distribución de los valores del nitrógeno orgánico mineralizado en una hectárea para un ciclo de cultivo. Los valores se clasificaron en cinco rangos o categorías de 0 a 14.5 kg ha<sup>-1</sup>, de 14.6 a 29.7, de 29.8 a 50.9, de 51.0 a 82.4 y de 82.5 a 212 kg ha<sup>-1</sup>. Predomina los valores de nitrógeno en un rango de 0 a 14.5 y 14.6 a 29.7kg ha<sup>-1</sup> en la zona norte y norte centro del país, mientras que los valores más altos de 51 a 82.4 y de 82.5 a 212 kg ha<sup>-1</sup> se distribuyen en las zonas centro y sur del país.

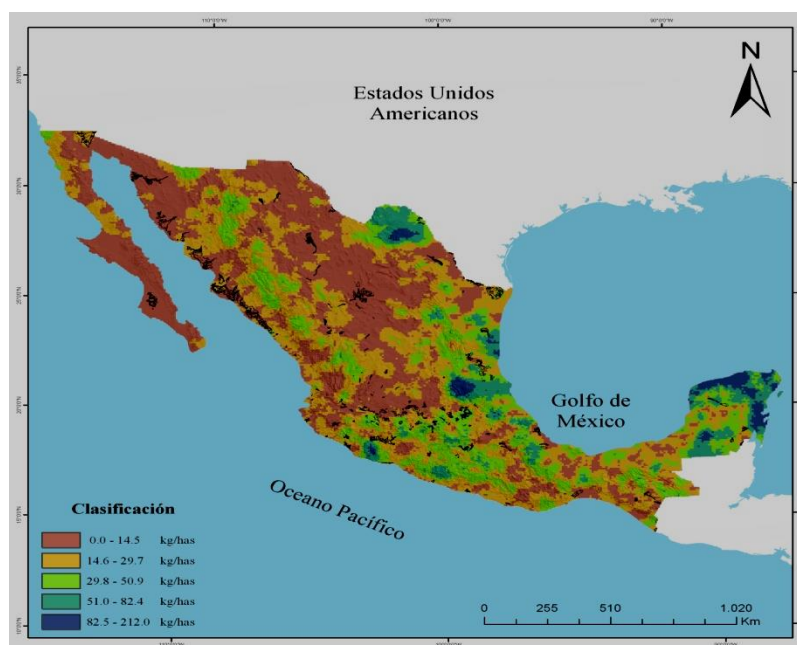


Figura 2.- Distribución del nitrógeno orgánico mineralizado para los suelos del territorio mexicano y distritos de riego del país.

En el cuadro 2 se presentan la superficie que representa cada categoría para las áreas agrícolas de los distritos de riego, los valores de nitrógeno clasificados como muy bajo y bajo representan el 75 % del área agrícola de los distritos de riego, los suelos con contenido de nitrógeno medio, ocupan el 22.3 % y las categorías alto y muy alto únicamente representan el 2.7 % del área agrícola de los distritos de riego.

Cuadro 2.- Clasificación de los suelos en base su contenido de nitrógeno orgánico mineralizado y superficie que representa de las áreas agrícolas de los distritos de riego.

Clase	Rango de nitrógeno orgánico mineralizado (kg ha <sup>-1</sup> )	Superficie (km <sup>2</sup> )	% que representa cada clase
Muy bajo	0.0-14.5	9,249.57	19.8
Bajo	14.6-29.7	25,837.17	55.2
Medio	29.8-50.9	10,447.91	22.3
Alto	51.0-82.4	1,071.16	2.3
Muy alto	82.5-212.0	200.10	0.4

### CONCLUSIONES

De la superficie total del área agrícola de los distritos de riego, el 85.9 % la representan los suelos con muy bajo y bajo contenido de materia orgánica, los cuales se localizan principalmente en la zona norte y norte centro del país, donde la precipitación pluvial media mensual histórica varía en un rango de 50 a 500 mm . Se estimó un superficie de 35,086.7 km<sup>2</sup> de suelos agrícolas, donde la aportación del nitrógeno orgánico mineralizado en una hectárea y un ciclo de cultivo, es del orden de 0 a 29.7 kg de N ha<sup>-1</sup>, esta superficie representa el 75 % del total del área agrícola de los distritos de riego del país.

### BIBLIOGRAFÍA

- Castellanos R. J.Z., Cueto W. J.A, Macías C. J., Salinas G. J.R., Tapia V. L.M., Cortes J. J.M., González A. I.J., Mata V.H, Mora G. M., Vásquez H. A., Valenzuela S. C. y Enríquez R. S.A. 2005. La fertilización de los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México. SAGARPA, INIFAP. 44 pag.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2008. Plan nacional hídrico 2007-2012. 158 pag.
- CONAZA. 1993. Plan de acción para combatir la desertificación en México (PACED-MEXICO). Saltillo Coahuila México pag. 160
- Drury C. F.,T. Zhang y B.D. Kay 2003. The non-limiting and least-limiting water ranges for soil N mineralization: Measurement and effects of soil texture, compaction and legume residue addition. Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 1388-1404.

- Kirschbaum M.U. 1994. The temperature dependence of soil organic matter decomposition, and the effect of global warming on soil organic C storage. *Soil Biol. Biochem.* 27:753-760
- Linn D.M. y J.W. Doran. 1984 Effect of water-filled pore space on carbón dioxide and nitrous oxide production in tilled and notilled soil. *SoilSci. Soc. Am. J.* 48 : 1667-1672
- Moreno J., A. 2008. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con Arc Gis 2° Edición. AlfaomegaRa-Ma. 940 pag.
- NOM. 2000. Norma oficial Mexicana (NOM-021-SEMARNAT-2000). Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelo, estudios, muestreo y análisis.
- Quemada M. y M.L. Cabrera. 1997. Temperature and water effects on nitrogen mineralization from surface-applied cover crop residues. *Plant and Soil* 189:127-137.
- Rawls J.,W.1983. Estimating soil bulk density from particle size analysis and organic matter content. *SoilScience.* Vol 135 N° 2 pag. 123-125
- Rivera G.,M., J. Cerano P.,R. Trucios C.,J.C. RiosS.yJ.Estrada A. 2012. Actualización de la frontera agrícola en los distritos de riego a nivel nacional. *AGROFAZ*, Vol. 12 N° 3, pag. 67-72
- Rodrigo A., S. Recous, C. Neel y B. Mary.1997. modelling temperatura and moisture effects on C-N transformations in soil: comparison of nine models. *Ecol. Model* 102: 325-339
- Zak D.R., W.W. Holmes, N.W. MacDonal y K.S. Pregitzer.1999. Soil temperatura, matric potential and kinetics of microbial respiration and nitrogen mineralization. *SoilSci.Soc. Am. J.* 63:575-584

## **GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y NUTRIENTES EN SORGO FORRAJERO CON TRES RIEGOS DE AUXILIO**

**Miguel Rivera González<sup>1</sup>, Juan Estrada Avalos<sup>1</sup>, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos<sup>1</sup>, Gerardo Delgado Ramírez<sup>1</sup> e Hilario Macías Rodríguez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>CENID-RASPA, INIFAP. Km 6+500 margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio Dgo. México E-mail: [rivera.miguel@inifap.gob.mx](mailto:rivera.miguel@inifap.gob.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

De los cultivos forrajeros que se cultivan en la Región Lagunera, el sorgo forrajero ocupa el tercer lugar en orden de importancia, superado únicamente por la alfalfa y el maíz forrajero. También la superficie cultivada ha presentado un marcado incremento ya que de las 25,454 hectáreas establecidas en el año 2002 para los estados de Durango y Coahuila aumentó a 42,230 ha para el año 2011, esto representa un incremento en la superficie cultivada del 65 % en este período de tiempo. No obstante que la superficie ha aumentado el rendimiento se ha mantenido casi constante siendo este de 39 toneladas de forraje verde por hectárea en promedio para este período de tiempo, incrementándose para el 2013 a 47  $\text{tha}^{-1}$ . (SAGRAPA, 2013).

En lo que respecta a disponibilidad de agua, la mayoría de la investigación realizada para la producción de sorgo forrajero en México se ha efectuado considerando la aplicación de por lo menos 4 riegos de auxilio (Figuroa *et al.*, 2004; Ruiz y Carrillo, 2005 y Jiménez *et al.*, 2011) sin embargo esta tecnología generada no ha sido utilizada por los usuarios de los módulos de riego del distrito de riego 017 (Región Lagunera) que únicamente disponen del agua de la presaya que solo pueden aplicar tres riegos de auxilio. En cuanto a utilizar el sorgo forrajero para la producción de etanol se han realizado estudios en los valles del Yaqui (Armenta *et al.*, 2010 y Ochoa *et al.*, 2011) y Mexicali (Alvarado *et al.*, 2011) que han demostrado la factibilidad de utilizar este cultivo para la producción de etanol, llegándose a obtener hasta 141  $\text{tha}^{-1}$  de forraje verde en dos cortes para la variedad de sorgo forrajero Silo miel y una producción de etanol de 86 litros por tonelada de forraje verde (Armenta *et al.*, 2010). En base problemática anterior se planteó el presente proyecto de investigación cuyo objetivo principal fue generar tecnología de producción para aumentar la eficiencia en el aprovechamiento del agua y nutrientes en sorgo forrajero con tres riegos de auxilio.

## METODOLOGÍA

El trabajo experimental se estableció en un suelo de textura arcillosa en la pequeña propiedad las Mercedes, la cual pertenece al modulo de riego de San Pedro Coahuila del Distrito de riego 017. Se evaluaron dos variedades de sorgo forrajero el Silo miel II y el Supersile ambos variedades en dos densidades de siembra: 180,000 y 250,000 plantas ha<sup>-1</sup>. En surcos separados a 75 cm. La siembra se efectuó el 11 de Abril utilizando una sembradora de precisión en melgas de 19.5 m. de ancho y 200 m de longitud. Ambas densidades de siembra se ajustaron considerando un porcentaje de germinación de la semilla del 85 %. Para calcular el consumo de agua y establecer el programa de riegos se utilizó el programa de riegos DRiego Coahuila generado por el CENID-RASPA (Catalán *et al.*,2009). Utilizando este programa, los riegos de auxilio se aplicaron a los 48, 75 y 105 días después de la siembra(DDS), aplicando una lámina de riego de 20 cm en el riego de presiembra y láminas de 19 cm para cada riego de auxilio. Los intervalos de riego se establecieron al considera un abatimiento de la humedad disponible del suelo del 75% y un ciclo vegetativo de 110 días. Para aplicar el agua de riego se utilizaron sifones de plástico rígido de 3 pulgadas de diámetro interior cuya ecuación carga gasto se describe a continuación:

$$Q = kH^x$$

Donde:

Q= el gasto del sifón en LPS

K y x son constantes de la ecuación carga gasto K=1.56 y k = 0.32

H= es la carga hidráulica del sifón en (cm.)

Previo al establecimiento del experimento se realizó una caracterización físico-química del suelo, cuyos valores promedio para el estrato de de suelo de 0-60 cm se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- Caracterización fisicoquímica inicial de suelo de la PP. Las Mercedes para el estrato de 0-60 cm.

Característica	Valores	Característica	Valores
Textura	Arcillosa	Nitratos (NO <sub>3</sub> ), ppm	25.3
CC( %)	45.4	Fosforo (P), ppm	6.3
PMP (%)	34.8	Materia orgánica (%)	1.85
PS (%)	53.8	Cationes solubles (meql <sup>-1</sup> )	
Da (g cm <sup>-3</sup> )	1.2	Calcio (Ca)	31.3

CEx (dSm <sup>-1</sup> )	5.0	Magnesio (Mg)	3.01
RAS	3.4	Potasio (K)	0.78
PSI (%)	3.7	Sodio (Na)	14.0
CT (%)	6.4		

En el Cuadro 1, CC, PMP y PS, son los contenidos de humedad del suelo a capacidad de campo, marchitez permanente y saturación respectivamente, CEx, Da y CT son la conductividad eléctrica, densidad aparente y el contenido de carbonatos totales del suelo respectivamente.

Para conocer las condiciones iniciales de fertilidad se realizaron muestreos de suelo en sitios representativos del área experimental, para posteriormente conformar una muestra compuesta para el estrato de suelo de 0-60 cm. Las características de fertilidad iniciales del suelo también se presentan en el Cuadro 2. En el cálculo de las necesidades nutricionales del sorgo forrajero, se tomó en cuenta las condiciones iniciales de fertilidad del suelo, se estableció como meta de rendimiento la producción de 20 toneladas de materia seca por hectárea, una eficiencia de aprovechamiento del fertilizante del 60 %, la cantidad de nitrógeno que aporta la materia orgánica, una tasa de extracción de nitrógeno de 14 kg t<sup>-1</sup> de materia seca y una tasa de extracción de fósforo de 6.2 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) por tonelada de materia seca, lo anterior de acuerdo a la metodología descrita Castellanos *et al.* (2005). La programación y las dosis de los fertilizantes se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Programa de fertilización y necesidades de N y P (kg ha<sup>-1</sup>)

Riegos	Fertilización	Nitrógeno (%)	DDS (días)
Siembra	376 kg de Sulfato de amonio + 140 kg de MAP	46	
1º auxilio	200 kg de sulfato de amonio	24	48
2º auxilio	150 kg de sulfato de amonio	18	75
3º auxilio	100 kg de Sulfato de Amonio	12	105

Al final del experimento se evaluó la producción de forraje verde y materia seca. La cosecha se realizó el día 7 de Agosto (118 días después de la siembra) de la siguiente manera. En cada melga del tratamiento evaluado se cosecharon 2 surcos de 3 metros de longitud, no considerando los primeros 20 metros de las cabeceras y los surcos orilleros de cada melga.

Las parcelas útiles cosechadas (tres repeticiones) se seleccionaron en el primero, segundo y tercer tercio de la melga. Para evaluar la producción de materia seca de las muestras de forraje verde cosechadas se seleccionaron de 3 a 6 plantas representativas las cuales se pesaron, posteriormente se pre secaron y se pusieron a secar en una estufa a una temperatura de 46 °C hasta peso constante (0% de humedad). La altura de planta se determinó, midiendo 3 plantas en cada tratamiento utilizando un estadal graduado, se realizaron tres repeticiones para cada tratamiento. La eficiencia en el uso del agua (EUA) se determinó dividiendo la producción de materia seca entre el volumen de agua aplicado; no obstante que no se determinó la producción de etanol, esta se estimó utilizando la relación forraje producción de etanol, propuesta por Armenta *et al.* (2010) de 86 litros de etanol por tonelada de forraje verde.

## RESULTADOS y DISCUSION

### Producción de Forraje verde y materia seca

En el cuadro 3 se presentan los resultados de los tratamientos evaluados. El Silo miel II en ambas poblaciones (180,000 y 250,000  $\text{pha}^{-1}$ ) presentó la mayor producción de forraje verde y altura de planta, siendo estas superiores en la población de 180 000  $\text{pha}^{-1}$  (81  $\text{tha}^{-1}$  de forraje verde y 3.2 m de altura). Para el híbrido Silo miel II en parcelas demostrativas establecidas en el año de 1998, Contreras *et al.* (1999) reporta rendimientos de 78.7  $\text{tonha}^{-1}$  de forraje verde, con 4 riegos de auxilio, siendo este inferior al encontrado en este experimento, posteriormente Faz *et al.* (2009) también en parcelas demostrativas para este mismo híbrido reporta un rendimiento de 87.4  $\text{tha}^{-1}$  de forraje verde, superior al de este experimento, pero con cuatro riegos de auxilio y aplicando una dosis de fertilización de 185-105-110 (NPK) por hectárea con una población neta a la cosecha de 173,333  $\text{pha}^{-1}$ . La producción de forraje verde (72  $\text{tha}^{-1}$ ) de este híbrido obtenido en el Valle de Mexicali con 5 riegos de auxilio, siembra en Junio una población de 160,000  $\text{pha}^{-1}$  (Alvarado *et al.* 2011) también es inferior al encontrado en este experimento. También es factible obtener dos cosechas con una sola siembra, producto de dos cortes al dejar la soca como lo demuestran los trabajos experimentales realizados en el valle de Yaqui (Armenta *et al.* 2010) donde se han logrado obtener hasta 141  $\text{tha}^{-1}$  para la variedad Silo miel II. En cuanto a la producción de materia seca (forraje seco) no se encontró diferencia significativa para esta variable, sin embargo la mayor producción la presentó la variedad Silo miel II en ambas poblaciones.



Cuadro 3.- Producción de forraje verde, materia seca y altura de planta para las dos variedades de sorgo forrajero evaluadas

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Forraje verde (tha <sup>-1</sup> )	Materia seca (tha <sup>-1</sup> )	Relación forraje verde materia seca
Silo miel II (180,000 pha <sup>-1</sup> )	318 <sub>a</sub>	81.0 <sub>a</sub>	16.8 <sub>a</sub>	4.8: 1
Supersile (180,000 pha <sup>-1</sup> )	274 <sub>b</sub>	54.9 <sub>b</sub>	14.3 <sub>a</sub>	3.8:1
Silo miel II (250,000 pha <sup>-1</sup> )	304 <sub>a</sub>	74.6 <sub>a</sub>	15.9 <sub>a</sub>	4.7:1
SuperSile (250,000 pha <sup>-1</sup> )	271 <sub>b</sub>	49.5 <sub>b</sub>	11.8 <sup>a</sup>	4.2:1

DMS al 95 % de probabilidad

### Eficiencia en el uso del agua y producción de etanol

Para la eficiencia en el uso del agua al igual que la producción de materia seca no se encontró diferencia significativa entre variedades y densidades de población evaluadas, sin embargo la variedad Silo miel II presento los valores más altos en ambas poblaciones. En cuanto a la producción de etanol estimada, la variedad Silo miel II presento la mayor producción de etanol en ambas poblaciones, siendo superior en la población de 180,000 pha<sup>-1</sup>. Si consideramos un costo de producción de sorgo forrajero con esta tecnología de \$19000.00ha<sup>-1</sup> (Armenta *et al.*, 2011) un precio de \$550.00 la tonelada de forraje verde y un precio del etanol de \$7.85L<sup>-1</sup> (Armenta, 2011). Si seleccionamos el mejor tratamiento obtenido en este experimento (Variedad de sorgo Silo miel en una población de 180,000 pha<sup>-1</sup>) y la producción de sorgo la destinamos a venta de forraje tendríamos una ganancia de \$ 25,550.00ha<sup>-1</sup>; sin embargo si la destinamos a la producción de etanol, tendríamos una ganancia de \$35,683.00ha<sup>-1</sup>. Este análisis, nos muestra una alternativa diferente que pudiera tener el productor para vender su producto.

Cuadro 4.- Eficiencia en el uso del agua(EUA) y producción de etanol

Variedades	Etanol (lha <sup>-1</sup> )	EUA (Kgm <sup>-3</sup> )
Silo miel II(180,000 pha <sup>-1</sup> )	6,966 <sub>a</sub>	2.2 <sub>a</sub>
Supersile(180,000 pha <sup>-1</sup> )	4,721 <sub>b</sub>	1.8 <sub>a</sub>
Silo miel II(250,000 pha <sup>-1</sup> )	6,416 <sub>a</sub>	2.0 <sub>a</sub>
Supersile(250,000.00 p ha <sup>-1</sup> )	4,257 <sub>b</sub>	1.5 <sub>a</sub>

DMS al 95 % de probabilidad

## CONCLUSIONES

- La variedad Silo miel II produjo la mayor producción de forraje verde y materia seca (81 t\$ ha<sup>-1</sup> en la población de 180,000 p h<sup>-1</sup>)
- No obstante que no hubo diferencia significativa en la eficiencia en el uso del agua entre la dos variedades evaluadas la variedad silo mil II presenta la mayor eficiencia en las dos densidades de población estudiadas
- El destinar la producción de forraje verde a la producción de etanol constituye una alternativa más redituable para el productor.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado P.,J.V.; Hernández V. B., Morales M. A., Ávila C. E., Payan O. S. y Camarillo P.M. 2011.- Genotipos de sorgo dulce potenciales para producción de bioetanol en el Valle de Mexicali. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Investigación y Ciencia 52: pag. 15-20
- Armenta C. A., Ocho E. X., Rodríguez H. R., Zamarripa C. A. 2010. Sorgo dulce una opción rentable y competitiva para biocombustible en el Valle del Yaqui. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental E. Borlaug. 32 pag.
- Castellanos R., J., Cueto W. J.A., Macías C. J., Salinas G. J.R. Tapia V. L.M., Cortes J. J.M., González A. I.J., Mata V. O., Mora G. M., Vásquez H. A., Valenzuela S. C. y Enríquez R. S.A. .2005. La fertilización de los cultivos maíz y sorgo en México. SAGARPA, INIFAP. 44 pag
- Catalán V., E.A., González L. M. de L., Román L. A., Contreras de la R. F.J., Inzunza I. M.A. y Villa C. M. 2009. Programa para calendarizar el riego de los cultivos en los distritos de riego del estado de Coahuila. Memorias de la XXI Semana Internacional de Agronomía. Pag. 663-668
- Contreras G., F. Faz C. R. Nuñez H. R y Herrera S. R. 1999. Componentes tecnológicos para la producción de ensilados en maíz y sorgo. Instituto Nacional de Investigaciones forestales y Agropecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental la Laguna. Pag 30-46.
- Faz C.,R. Nuñez H.G y Figueroa V. U. 2009. Suspensión del último riego de auxilio, sobre la madurez de los cultivos de maíz y sorgo forrajero. Memorias de la XXI Semana Internacional de Agronomía. Pag.77-83
- Figueroa V.,U., Faz C.R, Cueto W.J.A., y Márquez R.J.L. 2004. Optimización del uso de estiércol bovino en sorgo forrajero. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pag. 551-555.
- Jiménez O.,R, Domínguez D.S., Rosales S.R. y Nava B. C.A. 2011. Producción de forraje y jugo en sorgo dulce cultivado en dos densidades de siembra. Memorias de la XXIII Semana Internacional de Agronomía. Pag.820-825
- Ochoa E. X.M., BarbonG.A.,Montoya C. L., Cotas B., C.I. Alvarado P. J.I. y Zamarripa C. A. 2011. Guía técnica para producir sorgo dulce en el sur de Sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y agropecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Noroeste Campo experimental del Noroeste, Campo experimental Norman E. Bourlaug. Folleto Técnico N° 84
- Ruiz V., J. y Carrillo R. J.C. 2005. Selección de cultivares forrajeros de sorgo (*Sorghum bicolor*) y Mijo Perla (*Pennisetumamericanum*) por índices de eficiencia de producción y calidad.Agronomía Mesoamericana 16(29): pag.153-160
- SAGARPA. 2013. Resumen económico. Comarca Lagunera. El siglo de Torreón. Pág. 26.

## **BREVE RESEÑA DE LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA EN MÉXICO**

**Juan Estrada Avalos<sup>1</sup>, José Villanueva Díaz<sup>1</sup>, Miguel Rivera González<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP.

### **INTRODUCCIÓN**

La disponibilidad y calidad del agua es, con toda certeza, uno de los problemas más serios que enfrenta México en el presente siglo. La demanda de agua de una población que se triplicó en los últimos 50 años, pasando de 35 a 112 millones entre 1960 y 2010, ha originado un deterioro paulatino de los recursos naturales a costa de satisfacer las necesidades hídricas de sus núcleos urbanos y actividades productivas. La disminución de los volúmenes disponibles de agua, el deterioro de su calidad, el abatimiento de los niveles freáticos, la degradación de la cubierta vegetal y la pérdida de suelo en las cuencas donde se genera este recurso, son solo algunos de los problemas que enfrenta México. Sin embargo, esta condición se acentúa en las regiones centro y norte, donde la disponibilidad natural del agua es menor y la competencia por el acceso a este recurso origina una serie de conflictos a diferentes escalas: entre los usuarios del agua de una misma localidad; entre las entidades federativas que comparten una misma cuenca a nivel regional; e incluso conflictos en el ámbito internacional en la frontera norte de México con los Estados Unidos de América. Estos conflictos son recurrentes en la agenda de los temas del agua y se han incrementado de manera sustancial en los últimos años.

La disponibilidad y calidad del agua es, con toda certeza, uno de los problemas más serios que enfrenta México en el presente siglo. La demanda de agua de una población que se triplicó en los últimos 50 años, pasando de 35 a 112 millones entre 1960 y 2010, ha originado un deterioro paulatino de los recursos naturales a costa de satisfacer las necesidades hídricas de sus núcleos urbanos y actividades productivas. La disminución de los volúmenes disponibles de agua, el deterioro de su calidad, el abatimiento de los niveles freáticos, la degradación de la cubierta vegetal y la pérdida de suelo en las cuencas donde se genera este recurso, son solo algunos de los problemas que enfrenta México. Sin embargo, esta condición se acentúa en las regiones centro y norte, donde la disponibilidad natural del agua es menor y la competencia por el acceso a este recurso origina una serie de conflictos a diferentes escalas: entre los usuarios del agua de una misma localidad; entre las entidades federativas que comparten una misma cuenca a nivel regional; e incluso conflictos en el ámbito internacional en la frontera norte de México con los Estados Unidos de América. Estos conflictos son recurrentes en la agenda de los temas del agua y se han incrementado de manera sustancial en los últimos años.

Con la finalidad de analizar estos temas, en un primer apartado se realiza una reseña de lo que fue la administración del agua durante gran parte del siglo XX; posteriormente, en un segundo apartado, se describe brevemente la condición actual de los recursos hídricos, así como las nuevas políticas de administración del agua en México implementadas a fines de los años 80's, y las cuales consideran el enfoque de sustentabilidad y conservación del medio ambiente.

### **ANTECEDENTES DE LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA EN MÉXICO**

En el marco de la ceremonia del día mundial del Agua en el año 2004, el entonces presidente de México Lic. Vicente Fox Quezada señaló: *"el agua es parte fundamental de la naturaleza y se halla en riesgo, por lo que en nuestro país es un tema de seguridad nacional"*, y agregó, *"me congratulo de que cada vez más millones de personas se den cuenta de la gravedad de la situación, que se expanda una mayor conciencia y conocimiento internacional para preservar el medio ambiente"* (Presidencia de la república 2004). No obstante, esta declaración que señala al tema del agua como un asunto de seguridad nacional, es en realidad el resultado de una serie de políticas que en esta materia emprendió el gobierno mexicano hacia finales de la década de los años 80's, al reconocer la necesidad de conservar el medio ambiente e impulsar políticas de desarrollo sustentable.

Durante gran parte del siglo XX, la administración del recurso hídrico en México se vinculó estrechamente con el sector agropecuario del país y con las políticas que impulsaron su desarrollo y consolidación. Posterior a la revolución mexicana de 1910, y una vez superadas las secuelas sociales y económicas inherentes a la misma, se creó en 1926 la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) con la finalidad de dar impulso a las obras hidroagrícolas requeridas en ese entonces por una población rural de poco más de 11 millones de habitantes; que representaba en 1930 el 66,5% de la población total de México (INEGI 2001). Esta comisión, dependiente de la entonces Secretaría de Agricultura y Fomento, tenía entre sus funciones el estudiar las posibilidades de irrigación del país y seleccionar, para su ejecución, aquellas obras que reportaran el mayor beneficio económico y de intereses generales de la nación (DOF 1926). Esta política de desarrollo emprendida en la década de los años 20's, se consolidaría hacia mediados del siglo XX, cuando en 1946 la Comisión Nacional de Irrigación se transformó en la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH).

En el transcurso de este periodo, 1926 – 1946, la CNI dio impulsó al desarrollo de la infraestructura hidroagrícola con la finalidad de fomentar una agricultura moderna, favoreciendo sobre todo aquellas áreas que por su ubicación geográfica fueran factibles de irrigación. Se construyeron algunas de las grandes presas de México y se crearon parte de los distritos y

unidades de riego actualmente presentes en el país. Importantes ríos que por su ubicación geográfica y producción de volúmenes de agua permitían la implantación de perímetros agrícolas, fueron represados con este fin. Se realizaron una serie de estudios que definieron las principales cuencas hidrológicas de México y se instalaron estaciones hidrométricas con la finalidad de estudiar la variación de sus avenidas. La importancia de esta política de Estado quedó de manifiesto en el sexenio del presidente Miguel Alemán Valdés (1946 – 1952), el cual decretó como zonas protectoras forestales más de 30 millones de hectáreas en las partes altas de las cuencas relacionadas con los distritos de riego; aunque ésta iniciativa no se aplicaría de forma inmediata, si sería retomada posteriormente para su aplicación (De la Maza y De la Maza 2005).

No obstante los logros alcanzados por la CNI, no sería sino hasta después de la creación de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH), que se desarrollaría la mayor infraestructura hidráulica de México. Desde su creación en 1947 y hasta su fusión con la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) en 1971, la SRH tuvo la responsabilidad de estructurar y administrar la política del manejo del agua, tanto en aquellas zonas con abundancia de este recurso, como en aquellas con escasez. Durante dos décadas y media fomentó el desarrollo económico y social de distintas regiones de México, teniendo al agua como su principal eje de crecimiento. Sin embargo, a pesar de que la administración del agua se ubicara en una institución especialmente diseñada para ello, la SRH orientó sus prioridades hacia el sector agropecuario, canalizando sus principales inversiones en la construcción de infraestructura hidroagrícola (Carabias y Landa 2005). Durante este periodo (1947 – 1971), se construyeron poco más de 190 distritos y unidades de riego, además de la construcción de un gran número de presas (Cuadro 1), y extensas redes de canales de riego, que vinieron a consolidar la creación de estos distritos de riego. Se dotó de pozos agrícolas, urbanos e industriales dando comienzo al aprovechamiento extensivo, y posteriormente intensivo, del agua subterránea.

En cuanto a la administración del agua superficial, se definieron y agruparon las principales cuencas del país en 37 regiones hidrológicas (Figura 1), sentando las bases de la actual administración del agua en México. La conformación de regiones hidrológicas permitió en ese entonces, la creación de comisiones hidrológicas como las de los ríos Papaloapan, el Fuerte y Balsas, las cuales operaron bajo el esquema de cuenca hidrológica, con autonomía administrativa y técnica, y con el objetivo de fomentar un crecimiento equilibrado de sus regiones aledañas. Hasta antes de su fusión en 1971 con la SAG, la SRH operaba con tres subsecretarías: la de Planeación, de Construcción y Operación, a partir de las cuales se

establecieron las políticas de la administración y gestión del agua en México durante el periodo comprendido entre 1946 y 1971.

Cuadro 1. Principales presas de México (CNA 2011).

NOMBRE	CAP. Mm <sup>3</sup>	AÑO	USO	INST.	NOMBRE	CAP. Mm <sup>3</sup>	AÑO	USO	INST.
La Boquilla	2.774	1916	I,G	CNI	Vicente Guerrero	3.833	1971	I,A	SARH
V. Carranza	1.313	1930	I,A,C		Tepuxtepec	425	1972	G,I	
P. Elías Calles	349	1931	I		B. Domínguez	8.727	1974	G	
L. C. Angostura	703	1942	I,A		Cajón de Pena	412	1976	I	
Valle de Bravo	418	1944	A		Chicayan	337	1976	I	
L. Cárdenas					R. Caballero	508	1976	I	
Palmito	2.774	1946	I,C		M. Moreno Torres	598	1980	G	
Manuel A. Camacho	282	1946	I		Solís	727	1980	I,C	
Marte R. Gómez	815	1946	I		F. Mexicano	240	1981	I,A,C	
Sinalona	669	1948	G,I		G. Díaz Ordaz	1.779	1981	G,I	
Fco. I. Madero	343	1949	I,C	J. López Portillo	2.174	1983	G,I		
Alvaro Obregón	2.934	1950	G,I	J. López Portillo	280	1984	A,I		
Falcón	3.238	1953	A,C,G	G. Blake Aguilar	270	1985	C,I		
A. Ruíz Cortines	942	1955	G,I	A. Albino Corzo	949	1986	G		
Miguel Alemán	8.000	1955	G,C	A. B. Vizcaino	375	1986	I,C		
Miguel Hidalgo	2.828	1956	G,I	C. R. Ulloa	834	1986	G		
Benito Juárez	827	1961	I	M. de la Madrid	700	1988	I		
Luis L. León	316	1962	I,C	C. de Apatzingan	451	1989	I,C		
Infiernillo	8.844	1963	G,C	El Gallo	221	1991	I		
A. López Mateos	3.057	1964	G,I					CNA	
Manuel M. Diéguez	336	1964	G	Gral. R. Corona	225	1993	I		
Netzahualcoyotl	8.485	1964	G,C	Solidaridad	3.890	1993	G,I		
P. Elías Calles	2.509	1964	G,I	Solidaridad	1.023	1994	A,I		
J. Ortiz de D.	490	1967	I	L. D. Colosio	2.408	1995	G,I		
F. Zarco	335	1968	C,I	F. Hiriart	680	1996	G		
J. M. Morelos	211	1968	G,I	L. R. Alcaine	1.446	2006	G		
La Amistad	3.803	1969	G,I,A,C						

G: Generación de energía eléctrica, I: Irrigación, A: Uso abastecimiento público, C: Control de avenidas.

<sup>1</sup>CNI: Comisión Nacional de Irrigación; SRH: Secretaría de Recursos Hidráulicos; SARH: Secretaría de Recursos Hidráulicos; CNA: Comisión Nacional del Agua.

Con la fusión de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) y la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) en 1971, se formalizó la vinculación que hasta ese entonces existió entre la administración del recurso hídrico y el desarrollo del sector agropecuario (Carabias y Landa 2005). Esta fusión daría origen a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulico (SARH). Sin embargo, la nueva estructura institucional solo vendría a incrementar la presión sobre el recurso hídrico en beneficio de uno de los sectores productivos, el agrícola; intensificando el aprovechamiento tanto del agua superficial como subterránea, y soslayando políticas encaminadas a la conservación del ciclo hidrológico y de los recursos naturales. “*Que solo los caminos queden sin sembrar*” es probablemente el eslogan que puede ejemplificar la política agropecuaria de los años 70’s, eslogan utilizado por el gobierno del presidente Luis Echevarría Álvarez durante el sexenio 1970 - 1976. No obstante, esta orientación de desarrollo duraría pocos años. Los indicadores de deterioro en la disponibilidad y calidad del agua, la degradación

de la vegetación y los suelos en las partes altas y medias de las cuencas, así como la tendencia internacional por implementar esquemas de desarrollo sustentable, provocarían un cambio sustancial en la política de la administración del agua hacia finales de los años 80's.

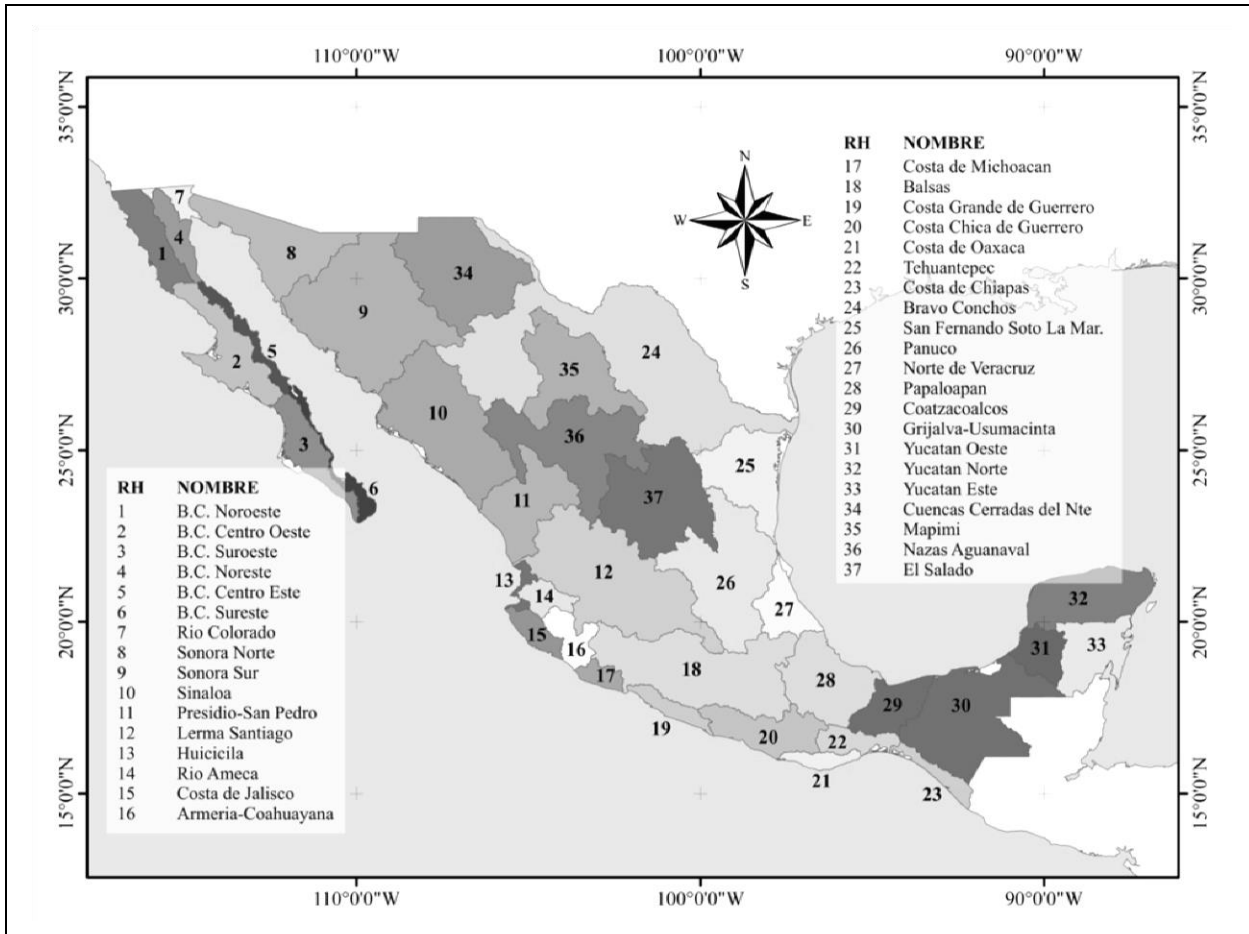


Figura 1. Regiones Hidrológicas de México (CNA 2011).

Así, en 1989 y con la finalidad de retomar y fortalecer la administración del sector hidráulico del país, se creó la Comisión Nacional del Agua (CNA), con la figura de órgano desconcentrado de la SARH y con autonomía técnica y operativa. Con la creación de la CNA, se establecerían las bases que dieron paso a la actual política de administración del agua en México. La promulgación de la Ley de Aguas Nacionales en 1992 (DOF 1992), la sectorización de la CNA a la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) creada en 1994, y la reforma de la Ley de Aguas Nacionales en 2004 (DOF 2004), vendrían a consolidar esta política de administración, la cual pretende beneficiar a todos los sectores productivos garantizando su abasto de agua, dentro de un esquema de sustentabilidad y conservación de

los recursos naturales, y favoreciendo la implementación de programas e iniciativas dirigidas al pago de servicios ambientales.

### DISPONIBILIDAD Y ADMINISTRACIÓN ACTUAL DEL AGUA

La ubicación geográfica y la orografía de México condicionan la disponibilidad del agua y la gran variedad de climas presentes en su territorio, dando origen a diferentes tipos de ecosistemas y especies biológicas, muchas de estas endémicas, por lo que México es considerado como un país megadiverso (Carabias y Landa 2005).

De acuerdo al reporte estadístico del agua en México para 2011 (CNA 2011), el territorio nacional capta anualmente alrededor de 1,489 km<sup>3</sup> de agua en forma de precipitación pluvial. De este volumen, se estima que el 73,1% regresa a la atmósfera por efecto de la evapotranspiración; el 22,1% escurre a través de ríos y arroyos, y el 4,8% restante se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos. Al considerar las importaciones y exportaciones de agua con países vecinos, así como la recarga incidental asociada a las actividades humanas, México cuenta con 460 km<sup>3</sup> de agua dulce renovable anualmente (Figura 2).

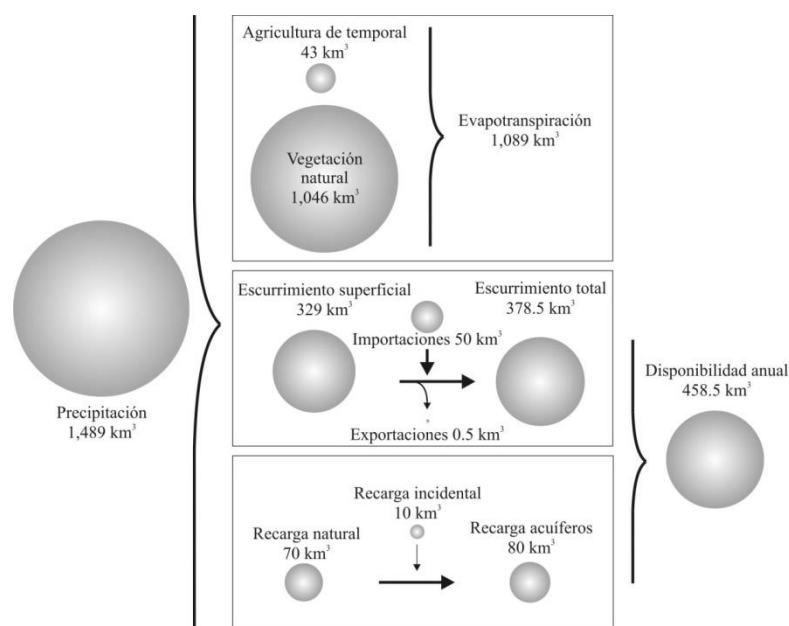


Figura 2. Valores que conforman el cálculo del agua renovable en México (CNA 2011).



Sin embargo, este volumen de agua renovable presenta gran variabilidad temporal y espacial. La temporada de lluvias esencialmente estival característica de las zonas tropicales, provoca que el 68% de la precipitación ocurra entre los meses de junio a septiembre, mientras que el periodo de estiaje, el más seco del año, se presenta en los meses de marzo a mayo. De igual forma, la distribución espacial de la precipitación tiene marcadas diferencias. En el norte y parte del centro de México predominan las regiones áridas y semiáridas, con precipitación que varía entre los 50 y 500 mm, en tanto que en el sur y sureste, con climas húmedos, estas precipitaciones varían entre los 1.500 y 3.000 mm anuales.

Para administrar la gran variabilidad del agua renovable a lo largo del territorio nacional, así como las dificultades técnicas y operativas que esto representa, en las reformas emprendidas en 1989 se estableció la política de realizar la administración del agua de manera regional. Esta visión ha permitido mejorar la planeación de políticas regionales y la implementación de acciones acordes a las condiciones de cada cuenca en particular; facilitando las relaciones interinstitucionales y la gestión de los mecanismos necesarios para el financiamiento de un aprovechamiento sustentable del agua.

De igual forma, en estas reformas se reconoce a la cuenca como la unidad básica natural para la gestión del agua, la cual se concatena con las delimitaciones político-administrativas de los gobiernos municipales. Para ello, se tomaron como referencia las 37 regiones hidrológicas (RH) definidas por la Secretaría de Recursos Hidráulicos en los años 70's, cuyo propósito en ese entonces fue el de sistematizar los estudios hidrológicos y de calidad del agua (Carabias y Landa, 2005). Cada una de estas regiones hidrológicas se conforma de al menos una cuenca hidrográfica que corresponden a los principales ríos o condición hidrológica particular (caso de la península de Yucatán). Con esta base, en 1997 las 37 RH se agruparon en 13 regiones hidrológicas administrativas (RHA), cada una de las cuales contiene más de una RH (Figura 3). Sin embargo, en este caso los límites físicos de las cuencas se modificaron ligeramente para ajustarse a delimitaciones administrativas de los gobiernos municipales.

En la figura anterior, se presentan los datos demográficos, socioeconómicos y el agua renovable en cada una de las RHA, quedando de manifiesto la gran disparidad que existe en el país en cuanto a la disponibilidad de agua renovable y la población que en ella habita. Mientras que en el sur y sureste del país (RHA V, X, XI y XII), donde se produce el 68,7 % del agua renovable y habita el 22,6 % de la población, la riqueza que se genera equivale al 21,5 % del Producto Interno Bruto (PIB); en tanto que en el resto del territorio, donde se produce el 31,3% del agua renovable y habita el 77,4% de la población, la riqueza generada representa el 78,5%

del PIB (CNA 2011). Esta condición origina serias dificultades en el abastecimiento y calidad del agua, obligando a considerar fuertes inversiones en infraestructura que permitan abastecer a la población. Tal es el caso de la Ciudad de México, Guadalajara en el estado de Jalisco, León en Guanajuato y Monterrey en el estado de Nuevo León. En estas cuatros ciudades, la demanda de la población se encuentra por encima de la disponibilidad de agua superficial y subterránea de sus propias cuencas, por lo que se ha recurrido a la importación de agua de cuencas aledañas, teniendo que superar los conflictos sociales, ambientales y económicos que esto representa.

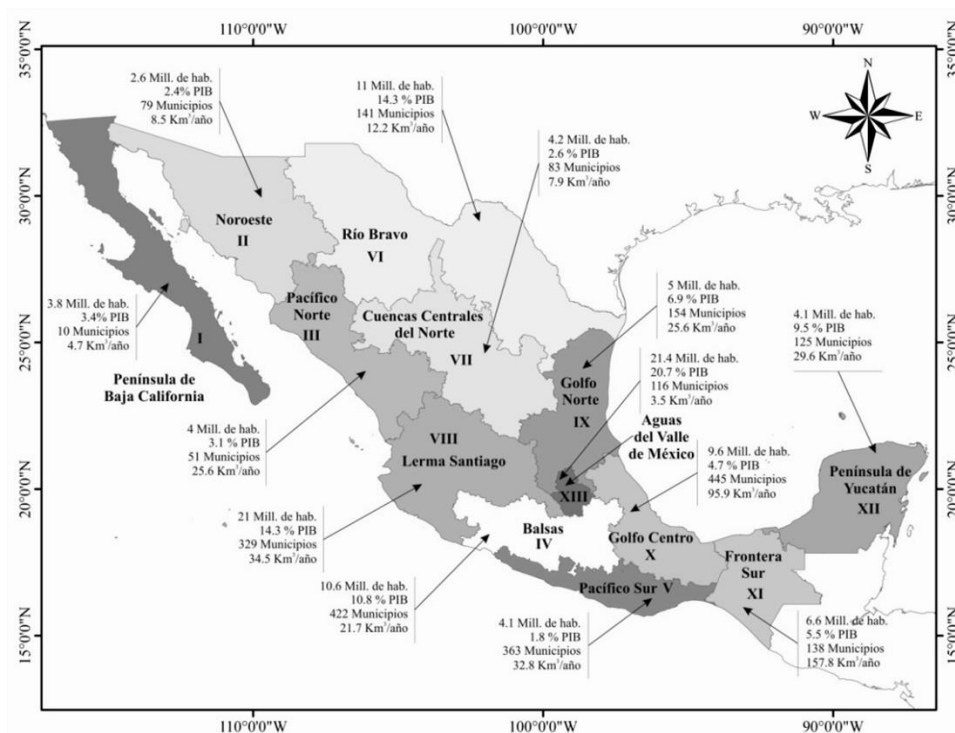


Figura 3. Regiones Hidrológicas Administrativas de México (CNA 2011).

En relación a la administración del agua subterránea y producto también de la nueva política de administración, en el año 2001, el país se dividió en 653 acuíferos o unidades hidrogeológicas (DOF 2001), tomando como base los límites establecidos por la SRH. La delimitación de estos acuíferos obedecen en un principio a las características hidrogeológicas de los mismos, aunque para su administración, al igual que las cuencas hidrográficas, sus límites fueron modificados y ajustados a los límites administrativos de los gobiernos municipales. En el cuadro 2 se presentan las condiciones que presentaron estos acuíferos en 2009 en relación a su condición de sobreexplotación, intrusión marina y salinización (CNA 2011).

Cuadro 2. Condición que guardan los acuíferos de México (CNA 2011).

<sup>1</sup> RHA		Número de acuíferos				<sup>2</sup> Recarga media (hm <sup>3</sup> )
		Total	Sobreexplotado	Con intrusión marina	Salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	
I	Península de Baja California	87	8	9	5	1.300
II	Noroeste	63	13	5	0	3.426
III	Pacífico Norte	2	42	0	0	3.267
IV	Balsas	46	2	0	0	4.623
V	Pacífico Sur	35	0	0	0	2.024
VI	Río Bravo	100	15	0	7	5.306
VII	Cuencas Centrales del Norte	68	24	0	19	2.392
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	127	30	0	0	8.102
IX	Golfo Norte	40	2	0	0	1.338
X	Golfo Centro	22	0	2	0	4.260
XI	Frontera Sur	23	0	0	0	18.015
XII	Península de Yucatán	4	0	0	1	25.316
XIII	Aguas del Valle de México	14	4	0	0	2.339
Total Nacional		653	100	16	32	81.707

<sup>1</sup>Región Hidrológica Administrativa

<sup>2</sup>Calculada en función a los balances de cada acuífero realizados en diferentes fechas, por lo que varía en relación al volumen estimado de recarga del agua renovable para 2009.

A pesar de que en el balance del agua renovable la recarga anual de los acuíferos se estima en 80 km<sup>3</sup> con extracciones del orden de 30,1 km<sup>3</sup> por año, este balance positivo no refleja la condición particular de un gran número de acuíferos que se ubican en el centro y norte de México, donde los volúmenes de recarga se encuentran muy por debajo de los volúmenes de extracción. De los 653 acuíferos del país, en 100 de ellos se presentan condiciones de sobreexplotación; 16 presentan problemas de intrusión marina y en 32 existen problemas de salinización de suelos y presencia de aguas salobres.

Por otra parte, el Registro público de derechos de agua (REPDA), clasifica los diferentes usos del agua en 12 rubros, donde se incluyen tanto los usos consuntivos, como los no consuntivos. En este caso, un uso consuntivo es considerado como aquel donde el agua no regresa de manera inmediata a su condición original (p. ej. la extracción de agua subterránea para riego agrícola), en tanto que el uso no consuntivo es aquel que si lo hace (p. ej. hidroeléctricas). Al agrupar los 12 rubros de uso del agua en cinco grandes grupos, se puede diferenciar cuatro de ellos como usos consuntivos y uno como no consuntivo (CNA 2011). Los consuntivos corresponden al uso agrícola, al abastecimiento público, a la industria autoabastecida y a la generación de energía eléctrica (termoeléctrica, excluyendo la hidroelectricidad), y los no consuntivos al uso hidroeléctrico. En la figura 4 se presenta la evolución de los volúmenes

concesionados para los usos consuntivos en el periodo de 2001 a 2009, donde se diferencia el origen del agua en superficial y subterránea. En este caso, el volumen total concesionado en 2009 ascendió a 80,6 km<sup>3</sup> de agua, de los cuales el 63% provinieron de fuentes superficiales y el 37% restante, de fuentes subterráneas. Para ese mismo año, el volumen concesionado para uso no consuntivo ascendió a 164,6 km<sup>3</sup>.

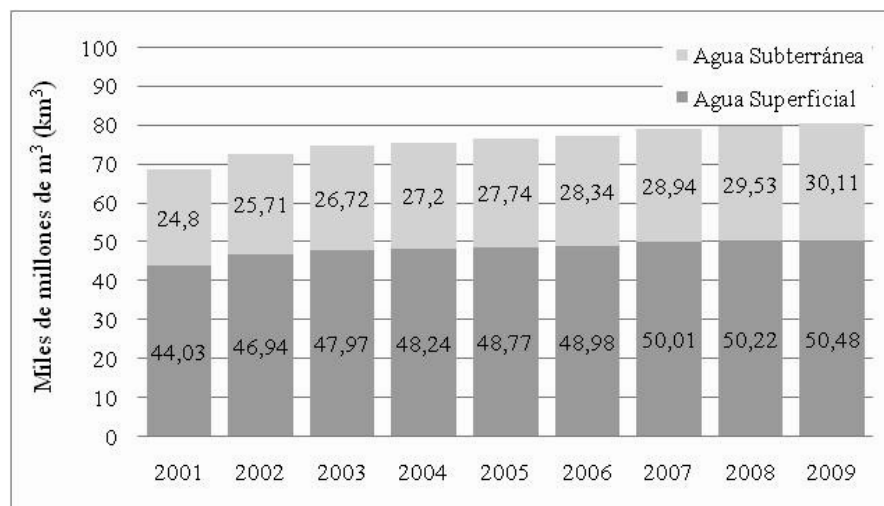


Figura 4. Volúmenes concesionados para usos consuntivos y tipo de fuente (CNA 2011).

De la distribución del agua por uso consuntivo (Cuadro 3), el rubro de la agricultura acumula el 76,7% del volumen total concesionado (61,8 km<sup>3</sup>); le sigue el uso público urbano con el 14,1% (11,4 km<sup>3</sup>); y el uso industrial y generación de energía eléctrica (excluyendo hidroelectricidad) representan el 4,1 y 5,1% respectivamente. Sin embargo, es necesario señalar que estos porcentajes se refieren únicamente a los volúmenes concesionados, sin que ello signifique que sea el realmente utilizado por los usuarios, sobre todo en lo que se refiere a los volúmenes concesionados de agua subterránea. En la práctica, de los tres principales usos del agua: público urbano, industrial y agrícola, solo en los dos primeros la autoridad realiza una supervisión más estrecha para evitar que los volúmenes extraídos sobrepasen los volúmenes anuales concesionados. En el sector agrícola, debido a la dificultad operativa que representa supervisar un gran número de pozos profundos distribuidos de manera extensiva, así como el apoyo del que ha sido sujeto el sector alimentario desde décadas pasadas en el país, no se ejerce una supervisión tan estricta como en el caso de los usuarios del sector industrial y público. Si bien se han puesto en práctica ciertas acciones para tratar de regular esta situación, aún queda mucho por hacer en este sentido, como se explica en los siguientes apartados

tomando como caso de estudio una cuenca ubicada al norte de México, la cuenca del río Nazas.

Cuadro 3. Volúmenes concesionados por uso consuntivo y tipo de fuente de agua.

Uso	Origen		Volumen total km <sup>3</sup>	Porcentaje de extracción
	Superficial km <sup>3</sup>	Subterráneo km <sup>3</sup>		
Agrícola	40,9	20,9	61,8	76,7
Público <sup>1</sup>	4,3	7,1	11,4	14,1
Industrial	1,6	1,7	3,3	4,1
E. Eléctrica <sup>2</sup>	3,6	0,4	4,1	5,1
Total	50,5	30,1	80,6	100

<sup>1</sup> Abastecimiento público urbano.

<sup>2</sup> Generación de energía eléctrica, se excluye la hidroelectricidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Carabias J, R Landa. 2005. Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. 1a ed. Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte. México, D.F. 221 p.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2011. Estadísticas del agua en México, edición 2011. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F. 181 p.
- Diario Oficial de la Federación – México (DOF). 1926. Ley sobre irrigación con aguas federales. Secretaría de Gobernación. México D.F.
- Diario Oficial de la Federación – México (DOF). 1992. Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 1 de diciembre de 1992. Secretaría de Gobernación. México D.F.
- Diario Oficial de la Federación – México (DOF). 2001. Acuerdo por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación de los acuíferos reconocidos en el Territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional de Agua y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado. Publicado el 5 de diciembre de 2001. Secretaría de Gobernación. México D.F.
- Diario Oficial de la Federación – México (DOF). 2004. Modificación a la Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 29 de abril de 2004. Secretaría de Gobernación. México D.F.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2001. Indicadores Sociodemográficos de México (1930-2000). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Primera Edición. Aguascalientes, Ags. México. 356 p.
- De la Maza R, J de la Maza. 2005. Historia de las áreas naturales protegidas de México. Documento de trabajo núm. 5 del Programa Agua, Medio Ambiente y Sociedad. El Colegio de México - Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Presidencia de la República. 2004. Comunicado: El agua es un asunto de seguridad nacional: Presidente Vicente Fox; Consultado el 3 de Agosto 2012. Disponible en <http://fox.presidencia.gob.mx/actividades/comunicados/?contenido=7773>

## DETERMINACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO ÓPTIMO PARA LA GERMINACIÓN *in vitro* DE *Picea chihuahuana* Martínez

Neri-Soto A.V<sup>1</sup>, Chávez-Simental J.A<sup>1\*</sup>, Corral-Rivas J.J<sup>1</sup>, Montiel-Antuna E<sup>2</sup>, Rubio-Graciano R<sup>3</sup>, Barriada-Bernal L.G<sup>1</sup>

<sup>[1]</sup> Instituto de la Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango (ISIMA-UJED). Blvd. del Guadiana #501 Fracc. Ciudad universitaria C.P. 34120 Durango, Durango. México. 6188251886; 618 8280378 [jorge.chavez@ujed.mx](mailto:jorge.chavez@ujed.mx) <sup>[2]</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Juárez del Estado de Durango (FCF-UJED). Río Papaloapan y Blvd. Durango s/n. Col. Valle del Sur C.P. 34120. Durango, Dgo. México. 0510446181301096. <sup>[3]</sup> Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana (ITVG). Carretera Durango - México km 22.5. Durango, Durango. México. 0510446185961822.

### INTRODUCCIÓN

El *Picea chihuahuana* es una especie de ecodistribución geográfica restringida a zonas de la parte norte de la Sierra Madre Occidental (SMO). Dentro del estado de Durango, México, esta especie de *Picea* se distribuye en los municipios de Pueblo Nuevo, Tepehuanes y Guanaceví (González *et al.*, 2007).

Las poblaciones de *Picea chihuahuana* son de tipo relictual, los individuos exhiben, generalmente, alturas de entre 25 a 35 m, con tronco hasta de 90 cm de DAP (Diámetro a la altura del pecho), con una copa cónica característica (González *et al.*, 2007). Las poblaciones de *P. chihuahuana* varían desde 5 individuos a unos cuantos cientos; de forma natural se encuentra asociada con otras coníferas y encinos principalmente con *Cupressus spp.*, *Pseudotsuga spp.*, *Abies durangensis*, *Pinus ayacahuite*, *Alnus spp.* y ocasionalmente con *Populus tremuloides* (Gordon 1968). *Picea chihuahuana* es la única especie de este género conocida dentro del estado de Durango; así mismo se encuentra actualmente catalogada en la Norma Oficial Mexicana y se considera un relicto endémico (Gordon 1968, Narváez 1984)

Las causas de su estatus de conservación actual son: 1) la fragmentación natural y antropogénica de sus poblaciones; 2) La irregularidad en los procesos de reproducción y 3) el aprovechamiento forestal ilegal (CONABIO, 2014).

Actualmente la propagación *in vitro* de especies forestales se ha desarrollado de manera importante, puesto que cuenta con una serie de técnicas modernas, que puede llegar a sustituir los métodos de propagación vegetativa tradicional (Lambardi *et al.*, 1993). En los últimos años un gran número de plantas leñosas tanto angiospermas como gimnospermas, han sido propagadas *in vitro*. (Lambardi *et al.*, 1993). La germinación y el desarrollo en condiciones *in vitro*, se plantea como una alternativa que pudiera presentar ventajas en la regeneración de plantas, ya que se realiza en condiciones controladas y asépticas.

Actualmente la propagación *in vitro*, principalmente la organogénesis y embriogénesis, de especies forestales se ha desarrollado de manera un tanto incipientemente, llegando, en algunos casos exitosos, a substituir los métodos de propagación vegetativa tradicional (Lambardi *et al.*, 1993; Villalobos y Thorpe, 1991). En coníferas, el proceso de organogénesis somática (propagación clonal) es el más utilizado; comprende el desarrollo de yemas o de meristemas radicales a partir de los explantes obtenidos directamente del individuo de interés o a partir de un conjunto de células no diferenciadas (Roca y Mroginski, 1991).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes medios de cultivo para seleccionar aquel que ofrezca mejores resultados en la germinación y mantenimiento de lotes de *Picea chihuahuana* con miras al establecimiento de una metodología que se constituya como una alternativa para propagar y conservar esta especie.

## MATERIALES Y METODOS

**Germoplasma.** La semilla se obtuvo del Ejido Chiqueros y anexos en el municipio de Guanaceví, Durango; México ubicado geográficamente a una longitud de 26° 08' 41.07" O y latitud 106° 22' 54.27" N (Figura 1). Ejemplares de identificación (baucher) se encuentran dentro de las instalaciones del ISIMA-UJED.

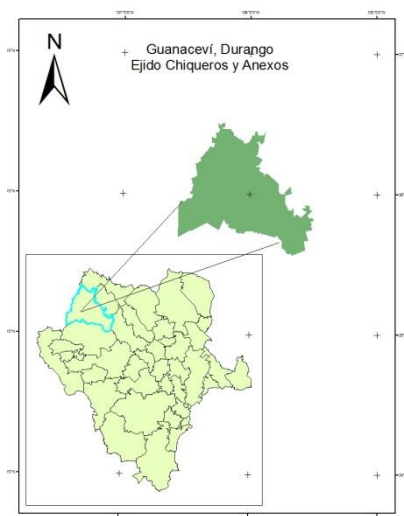


Figura 1. Localización de la obtención de germoplasma: Ejido Chiqueros y anexos.

**Medios de cultivo.** Se emplearon los siguientes medios basales: 1) Gamborg, Miller y Ojima 1968 - B5; 2) Quoirin y Lepolvre 1981- QL , Lloyd y McCown 1980- WPW; 3) Murashige y Skoog 1962 - MS; y 4) Schenk y Hildebrandt 1972 - SH . Su composición se describe en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición de los medios de cultivo

Componentes [mg L <sup>-1</sup> ]*	Medio				
	B5 <sup>1</sup>	QL <sup>2</sup>	WPW <sup>3</sup>	MS <sup>4</sup>	SH <sup>5</sup>
Nitrato de amonio	-----	400	400	1850	300
Fosfato de amonio monobásico					
Sulfato de amonio	134	-----	-----	-----	-----
Ácido bórico	3	6.2	6.2	6.2	5
Cloruro de calcio	113.24	-----	72.5	332.2	151
Nitrato de calcio	-----	833.77	386	-----	-----
Cloruro de cobalto - 6H <sub>2</sub> O	0.025	0.025	-----	0.025	0.1
Sulfato cúprico - 5H <sub>2</sub> O	0.025	0.025	0.25	0.025	0.2
EDTA sódico	37.3	37.3	37.3	37.26	20
Sulfato ferroso - 7H <sub>2</sub> O	27.8	27.8	-----	27.8	15
Sulfato de manganeso	122.09	175.79	180.7	180.7	195.4
Sulfato de magnesio - H <sub>2</sub> O	10	0.76	22.3	16.9	10
Molibdato de amonio - 2H <sub>2</sub> O	0.25	0.25	0.25	0.25	0.1
Ioduro de potasio	0.75	0.08	-----	0.83	1
Nitrato de potasio	2500	1800	-----	1900	2500
Fosfato de potasio monobásico	-----	270	170	170	-----
Sulfato de potasio	990	-----	-----	-----	-----
Fosfato de sodio monobásico	130.5	-----	-----	-----	-----
Sulfato de zinc - 7H <sub>2</sub> O	2	8.6	8.6	8.6	1

\* Sigma-Aldrich, 2007

**Asepsia.** Se realizó la desinfección de la semilla de acuerdo al protocolo de (Mroginski *et al.*, 2010), consistente en : 1) inmersión en agua destilada por a 2 minutos; 2) inmersión en una solución etanólica [70% v/v] por 10 minutos; 3) inmersión en una solución de hipoclorito de sodio [5% v/v] adicionada con 100 µL de una solución de detergente líquido comercial durante 30 minutos; 4) dos lavados sucesivos con agua destilada por 1 minuto; 5) lavado con agua destilada por 5 minutos; 6) inmersión en agua destilada por 24 hr antes de su empleo.

**Diseción del material vegetal.** Se retiró la testa a la semilla para inducir más rápido la germinación. El procedimiento se realizó bajo campana de flujo laminar.

Para la siembra, se colocó el tejido endospermico y embrionario sobre la superficie de los medios de cultivo, con una orientación de la parte más delgada enterrada en el medio semisólido. El proceso de siembra se realiza bajo campana de flujo laminar.

El proceso de germinación se realizó bajo dos condiciones: 1) condiciones térmicas de 26±2 °C y fotoperiodo de 0 LX por 28 días; 2) condiciones térmicas de 26±2 °C y fotoperiodo de 1052 LX por 16 h durante 28 días.



La evaluación de la germinación acumulada se realizó cada 24 h hasta el término del periodo de los 28 días. Se evaluaron lotes experimentales compuestos de 33 unidades experimentales con tres réplicas de cada lote.

**Análisis estadístico.** Para la comparación entre condiciones de germinación se emplea un diseño de estadístico bloques completamente al azar con arreglo factorial, en SAS 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mejor respuesta germinativa acumulada, en la primera condición de germinación (0 LX/24 h – 26 °C – 28 días) se obtuvo en el medio de cultivo MS (62 individuos); mientras la respuesta más pobre se obtuvo en el medio B5 (6 individuos). En la segunda condición de germinación (1052 LX/16 h – 26 °C – 28 días), el medio QL ofreció la mejor respuesta germinativa (65 días); mientras que el medio B5 presentó la respuesta germinativa más pobre (15 días). En el Cuadro 3 se plasman los resultados de la germinación acumulada para ambas condiciones de germinación.

Medio	Respuesta germinativa promedio
WPW	20 <sup>B</sup>
QL	31 <sup>A</sup>
B5	6.62 <sup>C</sup>
MS	24.87 <sup>A</sup>
HS	20.25 <sup>B</sup>

Medias seguidas por la misma letra son estadísticamente iguales a un nivel de significancia de LSD ( $\alpha=0.05$ ).

Al analizar el comportamiento germinativo de los medios, los medios QL y MS exhibieron los mejores comportamientos germinativos, mientras que el medio B5 exhibe la germinación acumulada más baja. Existen diferencias entre las condiciones de germinación ( $p<0.05$ ) lo cual significa que la respuesta germinativa de las semillas de *P. chihuahuana* está influida por la luz, Este comportamiento está presente en otras especies leñosas y no leñosas (Nagy y Schäfer, 1994) y parece ser influenciada además por la edad de la semilla, su grado de maduración, efectos de alelopatía entre otros (Kendrick y Kronenberg 1994).

## CONCLUSIONES

La condición lumínica, en conjunto con el empleo del medio QL, ofrecen los mejores resultados germinativos (G = 65 individuos) entre los medios clásicos de cultivo de tejidos, superando significativamente el medio WPW, que fue diseñado *ex profeso* para la regeneración de

organismos forestales, lo anterior puede estar relacionado con la forma en que están suministrados los componentes que conforman el grupo denominado como macronutrientes. Lo anterior es un indicativo de la necesidad de realizar un análisis espectral para dilucidar que componente(s) de los medios de cultivo tiene inferencia significativa en el proceso de germinación.

### BIBLIOGRAFÍA

- Conabio 2014. *Picea chihuahuana* Martínez. [fecha de consulta: 01 agosto 2014] Disponible: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/949Picea%20chihuahuana.pdf>
- García, A. A y M. S González E. 1998. Pináceas de Durango. Instituto de Ecología A. C. Durango, Dgo. 179p.
- González, E., González, E. y Márquez, L. (2007). Vegetación y Ecorregiones de Durango. . Ed. Plaza y Valdés. 88-90 pp. México, D.F.
- Gordon, A 1968. Ecology of *Picea chihuahuana*, Mtz. Ecology 49 (5): 880-896
- Hughes, K. W. (1981). Ornamental species. Cloning agricultural plants via *in vitro* techniques. CRC Press, Boca Ratón, Florida. E. U.
- Lambardi, M., Sharma, K. K. y Thorpe, T. A. (1993). Optimization of *in vitro* bud induction and plantlet formation from mature embryos of aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill). *In Vitro Cell. Dev. Biol.* 29:189-199.
- Narváez F R 1984. Contribución al Conocimiento de la Ecología de *Picea chihuahuana*. Tesis profesional (Biología), Universidad Autónoma de Nuevo León, Fac. Ciencias Biológicas. México
- Mroginski, L., Sansberro, P. y Flaschland, E. (2010). Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales. En Levitus, G., Echnique, V., Rubinstein, C., Hopp, E. y Mroginski, L. (Ed.). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. (pp. 19-23). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Murashige, T. (1974). Plant propagation through tissue cultura. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 25:135:166.
- Nuclear and cytosolic events of light-induced, phytochrome-regulated signaling in higher plants. F. Nagy y E. Schäfer en *EMBO Journal*. vol. 19, págs. 157-163; 2000.
- Photomorphogenesis in plants. Dirigido por R. E. Kendrick y G. H. M. Kronenberg (segunda edición). Kluwer Academic Publishers; 1994.
- Roca, W.M. y Mroginski, L. A. (1991). Cultivo de tejidos en la agricultura. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 152-153. Colombia.
- Villalobos, V. M. y Thorpe, T. A. (1991). Capítulo 6: Micropropagación: conceptos, metodología y resultados. Cultivo de Tejidos Vegetales en la Agricultura, Fundamentos y Aplicaciones. Ed. Roca. 128-141 pp. CIAT, Bogotá, Colombia.

## DETERMINACIÓN DE LA FUERZA NECESARIA PARA EL ROMPIMIENTO DEL BULBO DE AJO

**Raúl Vidal García Hernández \*, Carlos Rojas Santillán, Ernesto Martínez 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: [raul.garcia@inifap.gob.mx](mailto:raul.garcia@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

Hay que tomar en cuenta las características propias de cada variedad al momento de seleccionar bulbos para semilla o clasificarlos para su venta Según Reveles (2009), algunas variedades como Sainero o Aqualulco producen bulbos chicos en comparación con otras como Jaspeado Calera. Otra de las propiedades importantes que se requiere determinar y que se necesita para obtener una adecuada labor de post-cosecha y facilidad de la misma es tener una humedad de 20 -25 %. (Rojas, *et al* ,2011)

Existen muchas causas que hacen que aparezcan los daños, estos, dependen directamente de la carga a la que es sometido el producto. De la necesidad por conocer la resistencia de los productos a los daños, nace la reología, ciencia, rama de la Física que estudia la deformación y el flujo, trata principalmente sobre la determinación de las propiedades físico mecánicas de los productos agrícolas (Yam Tezec *et al.*, 2010).

Para que un material biológico se pueda manipular con más seguridad debe cumplir con ciertos criterios técnicos, ya sea desde la cosecha, el almacén y los medios dónde se pretendan transportar. No obstante, siempre tener en cuenta el índice de madurez y la función para la que se requiera. De acuerdo con Mohsenin (1970), un producto agrícola que posee el mismo comportamiento lineal de un material estructural, el denominado punto de bio-fluencia, en el cual ocurre un incremento en la deformación con un decrecimiento o ningún cambio en la fuerza. De ahí que el objetivo del trabajo fue determinar la fuerza necesaria para el desgrane del ajo sin que esta fuerza cause daños.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a la gran variación inherente en los materiales biológicos, cada experimento se diseña estadísticamente con un número suficiente de repeticiones para dar lugar a un nivel de confianza aceptable, en cuanto a diferencias significativas se refiere. Son normales las variaciones debido a la forma, tamaño, edad, y estructura, de tal manera que se requiere un mínimo de 20 probetas a ensayar para cada muestreo (ASAE Standard, 1995). Con respecto a

esto se tomaron muestras de 20 hasta 30, de acuerdo al tipo de prueba y las condiciones que se presentaron.

Para el tamaño de muestra se utilizaron 20 ajos con una humedad mayor a 80% y otra de 20 bulbos con 75%, de las cuales se les tomó datos de peso y diámetro ecuatorial. La propiedad mecánica de la hortaliza a obtener, fue la máxima carga de compresión (MCC) para desgranar un bulbo, en otras palabras, separar los dientes de ajo del cuello. El material fue colectado del Campo Experimental de Pabellón, de acuerdo a humedades óptimas y con el tamaño de acuerdo a la norma mexicana NMX-FF-018-SCFI-2006 del calibre #7.

Para la prueba mecánica de la máxima carga de compresión, se tomó de referencia a la humedad de los bulbos de variedad jaspeados. Para el análisis de datos se calcularon las medias, máximos y mínimos, covarianza, de acuerdo a las siguientes fórmulas.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad ()$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad ()$$

$$c_v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad ()$$

Dónde:

$\bar{x}$  – Media;

s – Desviación estándar;

$c_v$  – Coeficiente de variación, %;

n – Número total de mediciones;

$x_i$  – Valor de la medición.

Otro de los factores fundamentales de desgrane y la siembra es el porcentaje de humedad que deben cumplir los bulbos, de acuerdo a la literatura debe tener un 75-80 %, para que este se pueda seleccionar como semilla y tenga una buena germinación. La humedad se determinó con un horno de secado, las dos muestras de 20 bulbos, para 75 % y 80% de humedad. Para la muestra de 75% se sometió a 45 grados durante 96 horas y para el de 80% con 72 horas de secado en horno eléctrico. Teniendo las masas de los bulbos en húmedo y seco se calculó el valor de la humedad y se realizó la prueba de compresión (Figura 1).



Figura 1. Horno de secado con las muestras de ajo.

Para la determinación de las propiedades mecánicas se utilizó la máquina universal de pruebas mecánicas INSTRON 4469, con una capacidad de 5000 kg, la cuales se hicieron en los laboratorios de la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes (UTNA) Figura 2. Se determinaron valores de las propiedades mecánicas: máxima carga de compresión y extensión de la muestra de la hortaliza de ajo comprimidos axialmente hasta lograr separar los dientes del bulbo. La velocidad cruceta que se ocupo fue de 25 mm/minuto; la posición en que se realizó la prueba fue horizontal, debido que es una posición en que el ajo se acomoda de manera natural con diámetro su ecuatorial. La variedad de interés fueron los ajos jaspeados que de acuerdo a sus características son los ajos más resistentes y mayor número de cutículas.



Figura 2. Máquina INSTRON 4469, bajo carga a compresión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se tienen los datos de porcentaje de humedad y MCC los cuales influyen al someter a cargas los bulbos, es necesario conservar una humedad óptima en estos, y por consiguiente se

obtendrá un menor esfuerzo del desgrane. En la siguiente cuadro 1 se tiene los resultados de las pruebas realizadas a 20 muestras de ajos secados en horno durante 72 horas y bajo compresión en la máquina INSTRON.

CUADRO 4. Resultados de MCC

muestra	Diámetro		%		Extensión	
	mm	M H. gr	M S. gr	Humedad	MCC kgf	mm
promedio	54.3	62.9	49.4	78.4	55.1	34.4
MÁX	61.4	82.2	66.7	82.02	79.73	224.36
MIN	50.47	49.5	38.6	70.90	35.97	21.19
S	2.9	10.4	9.3	3.0	12.2	44.8
C V	10.0	20.0	20.0	4.00	20.0	130.0

Dónde: MH: masa húmeda; MS: masa seca; S; desviación estándar; CV: coeficiente de variación; MÁX: valor máximo; MÍN: valor mínimo.

CUADRO 2. Datos de estadísticas básicas MCC.

muestra	diámetro		%		MCC	Extensión
	mm	M H. gr	M S. gr	Humedad	kgf	mm
PROMEDIO	52.14	51.10	38.5	75.1	49.12	21.49
MÁX	56.4	62.8	48	79.2	63.09	23.81
MIN	49.05	38.2	24.7	64.7	32.35	17.12
S	2.0	5.8	5.4	3.7	9.0	1.7
C V	3.8	11.3	14.1	4.9	18.32	7.91

Dónde: MH: masa húmeda; MS: masa seca; S: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; MÁX: valor máximo; MÍN: valor mínimo.

La muestra de ajo con un secado en horno a 96 horas a 75% de humedad, tuvo mejores resultados en cuanto a fuerza requerida para romperlos ajos (cuadro 2). Para éste caso se hizo necesario tener una humedad requerida en los bulbos, para ello se procede bajar la humedad, de acuerdo a la literatura citada anteriormente, por consiguiente tener conocimiento de influencia de la humedad con respecto a la carga aplicada.

## **CONCLUSIONES**

- La variedad jaspeado es un bulbo que presenta más número de catáfilas y para ello requiere más fuerza de rompimiento
- Con una humedad del 25 % se tiene una menor fuerza de rompimiento y se puede tomar como un parámetro aceptable.
- se deben utilizar ajos con una uniformidad en su forma y con un diámetro ecuatorial homogéneo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Reveles-Hernández, M; Velásquez-Valle, R y Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro técnico No. 11. Campo experimental Zacateca, CIRNOC-INIFAP. 272 p.
- Rojas, A.; Aristizábal, I. 2011. Efecto del contenido de humedad sobre propiedades físicas de la semilla de Vitabosa (*Mucuna deeringiana*). Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín.
- Mohsenin, Nuri, N. 1986. Physical properties of plant and animal materials, (structure, physical characteristics and mechanical properties). Second edition y upgrade edition. Gordon and Inc., Breach, Science Publishers. New york. 882 p.
- ASABE STANDARDS, 2010. Standars engineering practices data. American society of agricultural and biological engineers. 57 th edition. U.S.A.. 1172 p.

# MANEJO DE PLAGAS Y MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA

---



---

---

## EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y TOLERANCIA DE GENOTIPOS DE PAPA (*Solanumtuberosum*L.) A ENFERMEDADES CAUSANTES DEL SÍNDROME DE LA PUNTA MORADA.

Víctor M. Parga Torres,\* Víctor M. Zamora Villa, Juan M. Covarrubias Ramírez, Isidro H. Almeyda León, Humberto A. López Delgado y Román Flores López.

\*Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP, Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tel. (844) 4-82-81-90 México. C.P. 25315.

[parga.victor@inifap.gob.mx](mailto:parga.victor@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En el cultivo de la papa existen diversos factores que limitan su rentabilidad, siendo los fitosanitarios los más importantes (Martínez *et al.*, 2007). En los años noventa, en zonas paperas de Coahuila, Nuevo León, Jalisco y otras partes del país comenzó a manifestarse la enfermedad punta morada de la papa (PMP), asociada etiológicamente a un fitoplasma, que ocasiona amarillamiento, enrollamiento de folíolos con color morado, formación de tubérculos aéreos, necrosis vascular en tallos y tubérculos (García, 1996). Otros patógenos asociados con este síndrome son los virus del enrollamiento (PLRV) y Y (PVY) (Flores *et al.*, 2004) y daños ocasionados por hongos como *Fusarium*, *Verticillium* y *Rhizoctonia* (Guigon, 1994). Existen evidencias que indican, que además de agentes bióticos, los abióticos como la temperatura, humedad relativa o una mala nutrición pueden causar alteraciones metabólicas o fisiológicas de la planta, provocando la expresión de síntomas de punta morada (Rubio, 1998); además de considerar a factores como altitud y variedad que afectan el inicio de infección y expresión de síntomas (Banttari, 1993), ya que altas temperaturas causan pérdida de turgencia, reduce la transpiración por el cierre de estomas, reducen la absorción y transporte de agua/nutrientes y fotosintatos, provocando que no lleguen a lugares donde la planta lo requiere (Levitt, 1980). La alta humedad predispone a la planta al ataque de hongos del suelo y los procesos fisiológicos funcionan en forma inadecuada, ocasionando fallas en los mecanismos de defensa. Por lo anterior la punta morada es un síndrome debido a que intervienen tanto factores bióticos como abióticos. Actualmente, para producir papa en el Noreste de México, se requieren de 30 a 50 aplicaciones de insecticidas para el control de los principales vectores de virus y fitoplasmas. Las variedades comerciales utilizadas en México, tienen un parentesco cercano, con un intervalo de endogamia entre 0.062 a 0.125, ya que provienen principalmente de Holanda. Esta situación ha ocasionado fuerte dependencia hacia el uso de agroquímicos, debido a la falta de resistencia a las enfermedades y a la falta de adaptación de los cultivares a las condiciones adversas. En México el principal Programa de Mejoramiento Genético de papa, tiene como

objetivo la generación de germoplasma para resistencia al tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans* Mont de Bary), programa en el que México es líder a nivel mundial. Sin embargo, debido al incremento en los problemas ocasionados por la punta morada, actualmente se están realizando evaluaciones para determinar y detectar fuentes de resistencia contra este síndrome. El objetivo del presente estudio fue evaluar genotipos de papa con base en características agronómicas y de calidad para tolerancia a diferentes enfermedades causantes del síndrome de la punta morada.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La siembra se realizó en el ciclo primavera-verano 2012 en las localidades del Ejido el Tokio, del municipio de Galeana, N. L., los Lirios y El Rancho Nuevo el Puerto ambos del municipio de Arteaga, Coah. Las parcelas experimentales constaron de un surco de 5.0 m de largo, espaciados a 0.92 m, con una distancia entre plantas de 0.20 m; la parcela útil fue un surco con una longitud de 3.0 m, eliminando un metro en cada extremo, para estimar el rendimiento total, comercial (suma de la primera, segunda y tercera categoría) y por categorías en  $t\ ha^{-1}$ . Para evaluar la susceptibilidad de los genotipos al tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont de Bary) en la localidad de Rancho Nuevo El Puerto del municipio de Arteaga, Coah. Se estableció una parcela de 3.0 m sin aplicación de fungicidas para la prevención y control del patógeno. La evaluación se hizo semanalmente en porcentaje de daño, al observar los primeros síntomas y hasta la muerte de la planta. El manejo del cultivo se llevó de acuerdo al programa del productor. En la localidad de Los Lirios del municipio de Arteaga, Coah., sólo se realizaron aplicaciones semanales de insecticidas para el control de vectores (El programa regional de aplicaciones por los productores es de tres veces por semana). En esta localidad, se etiquetaron y contabilizaron las plantas con síntomas de punta morada. Adicionalmente, se colectó una muestra aleatoria de follaje por genotipo, y a la cosecha cinco tubérculos, y se analizaron en el laboratorio de Biotecnología del Campo Experimental Rio Bravo del Centro de Investigación Regional del Noreste (CIRNE). En El Tokio del municipio de Galeana, N. L., se pudo realizar la evaluación de daño por marchitez prematura, causada por *Fusarium* spp y *Colletotrichum atramentarium* (Berket Br) Taub. En esta misma localidad se presentó daño en tubérculos por el nematodo *Meloidogynes* spp. La presencia de estas enfermedades fue severa en el lote comercial en donde se estableció la parcela de evaluación. La identificación de estos organismos dañinos, se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La evaluación de las enfermedades por localidad fue considerando días a inicio de síntomas, días a muerte e intervalo entre ellos. Se monitorearon semanalmente, a

través del ciclo, los vectores *Paratrioza*, pulgones y chicharritas, mediante trampas amarillas, en las tres localidades.

Las variables evaluadas fueron:

**Altura de planta** (cm). Al desvare o muerte de la misma se registró, desde la superficie del suelo hasta el ápice;

**Cobertura** (cm). Diámetro de la planta en centímetros a los 80 días después de emergencia, o a la muerte de planta;

**Días a Inicio de Síntomas**. Días desde la emergencia a la aparición de los primeros síntomas (decoloración o enrollamiento de las hojas);

**Días a muerte de planta**. Días transcurridos desde la emergencia a muerte de la planta; Intervalo de síntomas a muerte de planta.

**Días transcurridos al observar los primeros síntomas**, a la muerte de la planta;

**Producción Total por hectárea** ( $t\ ha^{-1}$ ). Se pesaron los tubérculos obtenidos en una superficie de  $2.76\ m^2$  en kg y se estimó a  $t\ ha^{-1}$ ; la Producción comercial por hectárea ( $t\ ha^{-1}$ ), se obtuvo mediante la suma de las categorías de primera, segunda y tercera;

**Gravedad específica** (Porcentaje de sólidos). Como parámetros de calidad industrial se consideraron el contenido de sólidos (%). Se tomó y lavó una muestra de 3.650 kg de tubérculos medianos (50-60 mm de diámetro) por genotipo, posterior a la evaluación de la cosecha. Se utilizó el método del hidrómetro;

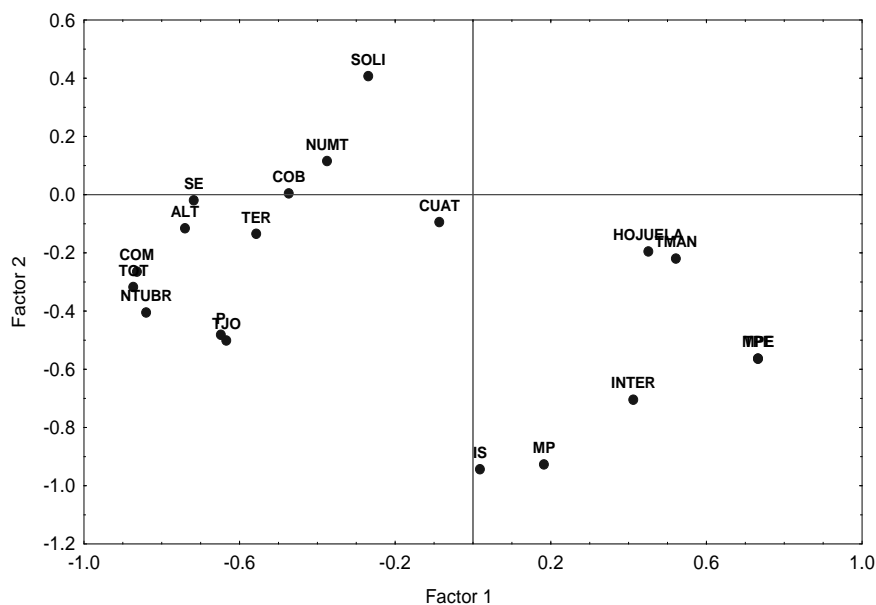
**Color de la hojuela (fritura)**. Este parámetro de calidad fue evaluado tomando una muestra de las tres repeticiones y siguiendo los siguientes procedimientos: De los tubérculos evaluados para sólidos se tomó una muestra de 20 tubérculos, los cuales fueron partidos a la mitad y del centro se tomó una rodaja y se freían en freidor eléctrico a una temperatura de  $180^{\circ}C$ .

Los datos obtenidos a través del ciclo de estudio se analizaron mediante la técnica de análisis de componentes principales (ACP) utilizando el programa de Statistica V. 6.0 (2005), con el fin de reducir la dimensionalidad de los datos y establecer las relaciones entre las variables y agrupar a individuos en grupos que son diferentes entre sí y dentro de cada grupo los individuos que lo conforman son semejantes entre sí (Johnson y Wichern, 2002). Para la evaluación de tizón tardío se utilizó el modelo del progreso de una enfermedad para obtener la tasa de infección y la ABCPE (área bajo la curva de progreso de una enfermedad (APS, 2014).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se presenta la distribución de las variables en los dos primeros componentes. El factor 1 indica que las variables, altura de tallos (ALT), producción total (TOT), comercial (COM), número de tubérculos, Primera (P), Segunda (SE), Tercera (TER), tubérculos de cuarta categoría (CUAT), Tejocote (TJO), tienen una relación negativa entre: total de plantas enfermas (TPE), días a inicio de síntomas (IS), días a muerte de la planta (MP) e intervalo de inicio de síntomas a la muerte de la planta (INTER), porcentaje de manchado de tubérculo (TMAN), porcentaje de hojuela indeseable. Esta relación se puede deber a que las variables del lado izquierdo tienen una asociación directa con el rendimiento mientras que las variables del lado derecho están relacionadas con susceptibilidad al síndrome de la punta morada. El factor 2 separa cobertura (COB), número de tallos (NUMT), sólidos (SOLI) con una relación positiva entre ellos. En la Figura 2, se observa la distribución de los genotipos graficados con los primeros dos factores, formando dos grupos.

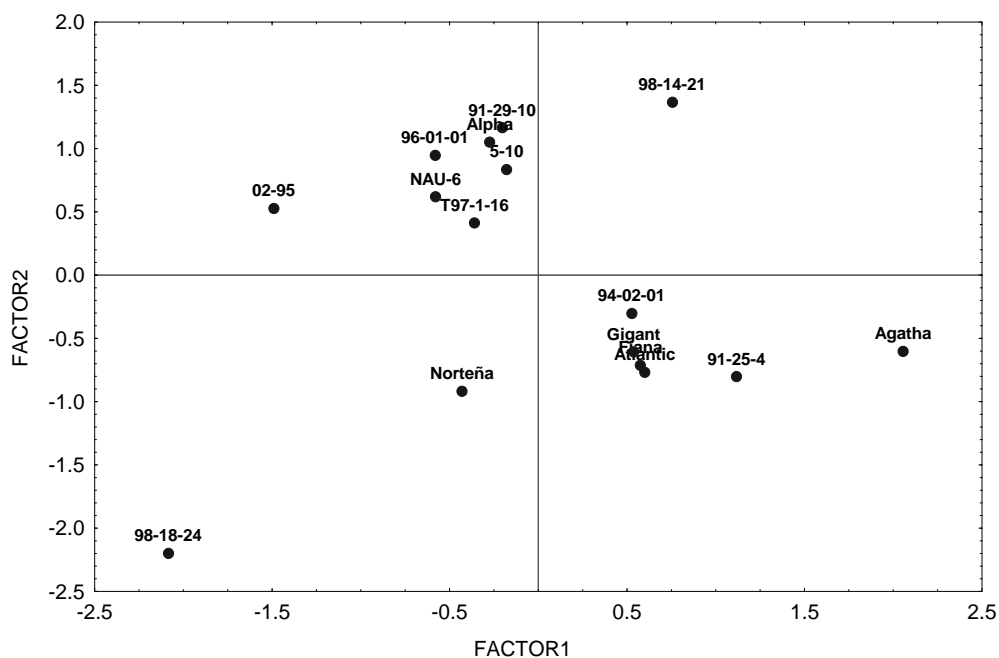
Figura 1. Distribución de las variables en los dos primeros componentes.



En el grupo conformado por 91-29-10, Alpha, 5-10, Nau-6, T97-1-16, ubicados en el cuadrante izquierdo superior, se caracterizan por tener una mayor cobertura, número de tallos y contenido de sólidos, indicándonos con esto que estos materiales tuvieron buen comportamiento agronómico, rendimiento promedio y fueron tolerantes al síndrome de la punta morada. Para los materiales 98-18-24 y Norteña ubicados en el cuadrante inferior izquierdo, están más

asociados a las variables de producción por lo tanto estos dos materiales fueron los que tuvieron mayor rendimiento tanto comercial como total. Para el segundo grupo conformado por 94-02-01, Gigant, Fiana, Agatha, Atlantic y 91-25-4, ubicados en el cuadrante inferior derecho, tienen una asociación positiva a las variables que son presenciales al síndrome de la punta morada indicando con esto que son susceptibles y al tener una relación negativa a las variables de rendimiento fueron poco productivas.

Figura 2. Agrupamiento de los genotipos en el espacio generado por los dos primeros componentes.



Cuadro 1. Área bajo la curva de progreso de una enfermedad (ABCPE), tasa de infección (r), coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) y ecuaciones para graficar la infección de tizón tardío sobre el tiempo en clones y variedades de papa.

Genotipo	ABCPE	Tasa de Infección ( r )	R <sup>2</sup>	Ecuación de Regresión
Norteña	212.5	0.058	0.8557	y = 0.0585x - 8.554
Fiana	1431.5	0.19	0.8338	y = 0.19x - 16.967
91-25-4	1253	0.2012	0.786	y = 0.2012x - 17.432
Nau-6	1557.5	0.185	0.8122	y = 0.185x - 16.376
96-01-01	143.5	0.0577	0.9239	y = 0.0577x - 8.126
T97-1-165	1242.5	0.3001	0.9389	y = 0.3001x - 27.882

Gigant	1326.5	0.1845	0.815	$y = 0.1845x - 15.335$
94-02-01	1821.5	0.1054	0.7724	$y = 0.1054x - 10.361$
Agatha	1557.5	0.1888	0.7714	$y = 0.1888x - 14.213$
Atlantic	1610	0.1797	0.8597	$y = 0.1797x - 14.552$
98-14-21	1120	0.3572	0.9234	$y = 0.3572x - 33.682$
5.-10	787.5	0.3652	0.859	$y = 0.3652x - 32.643$
91-29-10	2012.5	0.1609	0.888	$y = 0.1609x - 13.418$
Alpha	1638	0.1515	0.777	$y = 0.1515x - 13.074$
02,-95	1295	0.1792	0.9791	$y = 0.1792x - 16.663$
98-18-24	85.5	0.1	0.9762	$y = 0.1x - 13.589$

Para la evaluación de tizón tardío se estimó la tasa de infección y el ABCPE de cada genotipo según el método de la APS 2014 (American Phytopathological Society) la cual arroja un valor, donde los valores más altos corresponden a los genotipos más susceptibles y los valores bajos a los más resistentes. En el cuadro 1, se puede observar que de los genotipos evaluados 98-18-24, Norteña y 96-01-01 tuvieron los valores más bajos en la ABCPE, indicando con esto que tuvieron un bajo progreso de la enfermedad, para el caso de la tasa de infección ( $r$ ); Norteña y 96-01-01 siguieron teniendo un valor bajo, acentuando poco daño del patógeno. Sin embargo, el genotipo 98-18-24 tuvo una tasa de infección ( $r$ ) de 0.1 indicando que el daño del patógeno se presentó con severidad al final del ciclo. El reducido progreso de la enfermedad a lo largo del período de cultivo sugiere que la resistencia en los genotipos resistentes pudiera ser del tipo poligénica. El resto de los genotipos tuvieron una ABCPE con valores altos siendo, Fiana, 91-25-4, T97-1-165, Gigant, 98-14-21, 5.-10 y 02-95 con valores entre 700 y 1450, indicando susceptibilidad a tizón tardío con una incidencia de la enfermedad intermedia a comparación de los genotipos, Nau-6, 94-02-01, Agatha, Atlantic, 91-29-10 y Alpha que tuvieron los valores más altos entre 1500 y 2000, teniendo un mayor progreso de la enfermedad quedando como los genotipos más susceptibles, muriendo en promedio a los 95 días después de la emergencia. Para el caso de la tasa de infección ( $r$ ) los genotipos que tuvieron valores más altos, entre 0.20 y 0.37, fueron: 91-354; T97-1-165; 98-14-21 y 5-10, indicando una mayor tasa de infección diaria. Cabe mencionar que la ABCPE de estos genotipos fue de valores

intermedios señalando con esto que la enfermedad se mostró más severa al final del ciclo o, en su caso matando, la planta en un intervalo de 15 días.

### CONCLUSIONES

Los genotipos Norteña, 96-01-01 y 98-18-24, pueden ser producidos con menor uso de protectantes químicos, lo cual reduce el riesgo de contaminación ambiental y contribuye a la inocuidad de los alimentos producidos.

Las opciones aquí señaladas contribuyen en la construcción de un sistema sustentable de producción de papa.

### BIBLIOGRAFÍA

- APS. 2014. Calculating the area under the disease progress curve to quantify disease progress. Disponible en: <http://www.apsnet.org/EDCENTER/ADVANCED/TOPICS/ECOLOGYANDEPIDEMIOLOGYINR/DISEASEPROGRESS/Pages/AUDPC.aspx>
- Banttari, E. 1993. Virus, viroides and micoplasmas disease. Potato Production and Pest Management in North Dakota and Minnesota, NASU. Extension Service. pp70–71.
- García J., R. 1996. Etiología y transmisión del oscurecimiento del tubérculo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) para industria. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 65 p.
- Guigon L., C. 1994. Epidemiología de las enfermedades de la papa causadas por hongos fitopatógenos del suelo en el sur de Coahuila y Nuevo León. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. 103 p.
- Johnson, R. A. and Wichern, D. W. 2002. Applied Multivariate Statistical Analysis, Fifth edition. Pearson Education International, United States of America. 500p.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Physiological Ecology. T.T. Kozlowski. Ed. New York, Academic Press. 607 p.
- Martínez S., J. P. Leyva L., N. E. Aviña P., K. y Ochoa S., J. C. 2007. La punta morada de papa en México. Claridades Agropecuarias. p. 27.
- Rubio, C. O. A. 1998. Manejo Integrado de la nutrición del cultivo de la papa. Memoria del 2° Simposium Internacional de la Papa. Toluca, México. pp 52-56.

---

---

## AISLAMIENTO DE PATÓGENOS DE LA RAÍZ DE CHILE A PARTIR DE SUELO Y TEJIDO VEGETAL

Rodolfo Velásquez-Valle

Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Km. 24.5 Carr. Zacatecas – Fresnillo. Ap. Postal # 18, Calera de V. R., Zacatecas, México. E-mail: velasquez.rodolfo@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

La pudrición de la raíz de chile para secado (*Capsicum annuum* L.) asociada con la presencia de microorganismos como *Fusarium* spp, *Rhizoctonia* spp, *Verticillium* spp y *Phytophthora capsici* Leo., entre otros (Velásquez-Valle *et al.*, 2001), es el principal problema sanitario que enfrenta esta hortaliza en Zacatecas. La ejecución de estudios más complejos que permitan entender la epidemiología, el pronóstico del desarrollo de la enfermedad o las interacciones genéticas entre la planta y el hospedero requieren de colectas de patógenos que representen fielmente la estructura de su población en el ambiente natural del suelo que rodea a las raíces de las plantas de chile. El oomiceto *P. capsici* ha sido señalado como responsable de la marchitez del chile (Durán-Ortiz *et al.*, 2001; Erwin y Ribeiro, 1995) por lo que en la mayoría de los estudios sobre el patosistema chile – pudriciones de la raíz se intenta involucrarlo de manera preponderante. Sin embargo, con frecuencia es difícil aislarlo directamente del suelo por medio de diluciones; es común aislar los patógenos previamente mencionados pero *P. capsici* aparece con una frecuencia bastante reducida. Es probable que el manejo de la muestra de suelo inmediatamente a la siembra en medio de cultivo influya en la aparición de este patógeno. Por otro lado, el aislamiento de ese patógeno a partir de tejido vegetal infectado es también azaroso ya que aun contando con plantas que exhiben la sintomatología típica de la enfermedad no siempre se logra aislar a *P. capsici*. Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de pretratamientos a la muestra de suelo antes de la siembra en medio de cultivo así como definir el efecto del avance de la enfermedad en la recuperación de *P. capsici* en medio de cultivo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### I. Aislamiento de patógenos del suelo

Se evaluó el efecto del contenido de humedad en el suelo y su exposición a alta temperatura previamente al momento de realizar las diluciones para la siembra en cajas Petri con medio de cultivo PDA.



Se colectaron muestras de suelo en manchones con plantas de chile enfermas o muertas por pudrición de la raíz en parcelas comerciales de esa hortaliza en los estados de Aguascalientes, Guanajuato y Zacatecas. Las muestras de suelo se homogenizaron y separaron tres submuestras de 100 g cada una. Una de estas submuestras se utilizó como testigo (sin agua y sin exponer a alta temperatura) mientras que las otras se humedecieron con 10 y 40 ml de agua destilada estéril y se sometieron a una exposición de 15 y 30 segundos respectivamente en un horno de microondas. Se tomó un g de cada muestra de suelo para diluirla en nueve ml de agua destilada estéril y continuar con el proceso de diluciones; para la siembra en medio de cultivo se utilizó la dilución de  $10^{-8}$ . La evaluación de tratamientos se realizó a los cuatro días después de la siembra.

## II. Aislamiento de *P. capsicia* partir de tejido vegetal

Se colectaron plantas de chile que manifestaban diferentes grados de avance de pudrición de la raíz en el municipio de Calera de V. R., Zacatecas. Las plantas se clasificaron de acuerdo con la siguiente escala de severidad: 1) Plantas con follaje de color verde opaco, sin turgencia pero conservando estructuras reproductivas (botones, flores y frutos); 3) Plantas con hojas mostrando bordes de color café o negro, follaje verde opaco, sin turgencia o con defoliación; pérdida parcial de estructuras reproductivas y 5) plantas con el follaje necrosado (muertas). Se colectaron 10 plantas de cada categoría de daño en tres parcelas comerciales. Las raíces de las plantas se lavaron con agua corriente y se desinfectaron previamente a la siembra en cajas de Petri con medio de cultivo PDA. De cada planta se obtuvo una porción del tejido perteneciente al área del cuello. Las cajas se incubaron a temperatura ambiente por 72 horas al término de las cuales se identificaron los patógenos presentes en cada porción sembrada. Los hongos presentes se identificaron con ayuda de las claves taxonómicas proporcionadas por Barnett y Hunter (1972) y Watanabe (1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### I. Aislamiento de patógenos del suelo

La temperatura alcanzada en el suelo luego del tratamiento con temperatura dentro de un horno de microondas fue de 48 y 51°C para 15 y 30 segundos de exposición respectivamente.

Los resultados obtenidos en todas las cajas sembradas con diluciones del suelo obtenido en el municipio de Pánfilo Natera, Zacatecas, independientemente del pre tratamiento, mostraron desarrollo de colonias bacterianas; cabe señalar que este suelo había sido sometido a solarización previamente al trasplante de chile. El patógeno fungoso más consistentemente

aislado fue *Fusarium* spp. proveniente de la muestra de suelo humedecida con 40 ml de agua destilada estéril y con 30 segundos de exposición a alta temperatura.

En el suelo obtenido en una parcela comercial de Chile en el municipio de Rincón de Romos, Ags., no se registró el desarrollo de colonias bacterianas con excepción de una caja Petri sembrada con una dilución del suelo humedecido con 40 ml de agua y exposición a alta temperatura (30 segundos). Se identificó a los fitopatógenos *Fusarium* spp. y *Rhizoctoniaspp*; el primero se detectó en las cajas sembradas con suelo testigo (sin pre tratamientos). El segundo se identificó en las cajas sembradas con diluciones de suelo pre tratado, a excepción de las cajas con el pre tratamiento de 10 ml de agua destilada estéril y alta temperatura por 15 segundos. El hongo *Penicillium*spp. se identificó en la mayoría de las cajas, independiente del tratamiento recibido.

Los resultados obtenidos del suelo colectado en Guanajuato mostraron la presencia de colonias bacterianas solamente en el tratamiento testigo (sin pre tratamiento). El hongo *Rhizoctoniaspp*. fue detectado en todos los tratamientos. Colonias de *Fusarium* spp. fueron detectadas en las cajas Petri correspondientes a los tratamientos testigo (sin pre tratamientos) y en las correspondientes al tratamiento donde se adicionaron 40 ml de agua y donde el suelo se sometió a alta temperatura por 15 y 30 segundos.

### III. Aislamiento de *P. capsicia* partir de tejido vegetal

Independientemente de la condición sanitaria u origen de las plantas de Chile se aislaron los microorganismos *P. capsici*, *Rhizoctoniaspp.*, *Fusarium* spp., *Penicillium*spp., *Rhizopus*spp., *Alternariaspp.* así como colonias bacterianas.

Solamente se logró aislar a *P. capsici* en una planta con sintomatología intermedia (Plantas con hojas mostrando bordes de color café o negro, follaje verde opaco, sin turgencia o con defoliación; pérdida parcial de estructuras reproductivas) colectada en la parcela 2. Por el contrario, los patógenos *Fusarium* spp. y *Rhizoctoniaspp.* fueron identificados en plantas de todas las categorías de la enfermedad en las tres parcelas muestreadas aunque sus porcentajes de detección fueron variables (Cuadro 1). No obstante, la incidencia promedio de detección de *Fusarium* spp. (37.8%) resultó superior a la de *Rhizoctoniaspp.* (25.5%), sin tomar en cuenta el grado de severidad de la enfermedad o el origen de las plantas.

Los hongos *Rhizopus*spp., *Alternariaspp.* y *Penicillium*spp. no son patogénicos a plantas adultas de Chile y deben ser considerados solo como contaminantes de las cajas Petri.

### CONCLUSIONES

No se logró incrementar la detección y aislamiento de *P. capsici* mediante el pretratamiento del suelo con humedad y alta temperatura, sin embargo, es necesario ajustar el procedimiento seguido en estos experimentos antes de alcanzar una conclusión definitiva.

La condición de severidad con que se colecta la planta de chile afectada por pudrición de la raíz no afectó la presencia de patógenos como *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp. pero tampoco se detectó la presencia de *P. capsici* de acuerdo con la condición sanitaria de la muestra.

### BIBLIOGRAFÍA

- Barnett, H.L. and Hunter, B. B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burgess Publishing Company. Minneapolis, MN, USA. 241 p.
- Durán-Ortiz, L. J., Pérez-Moreno, L., Sánchez-Pale, J. R. y Olalde-Portugal, V. 2001. Identificación de los hongos que ocasionan la "marchitez del chile" en la región del Bajío. Memorias XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Resumen F-13.
- Erwin, D. C. and Ribeiro, O. K. 1995. Phytophthora Diseases. Worldwide. The American Phytopathological Society. The APS Press. St. Paul, MN, USA. 562 p.
- Velásquez-Valle, R., Medina-Aguilar, M. M. y Luna-Ruiz, J. J. 2001. Sintomatología y géneros de patógenos asociados con las pudriciones de la raíz del chile (*Capsicum annuum* L.) en el Norte-Centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 19:175-181.
- Watanabe, T. 1994. Pictorial atlas of soil and seed fungi. Lewis Publishers. CRC Press. 411 p.

## EVALUACIÓN IN VITRO DEL EFECTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Erwinia amylovora* CAUSANTE DEL TIZÓN DE FUEGO EN EL MANZANO (*Malus sylvestris*)

Erika Cecilia Gamero Posada<sup>1</sup>, Enrique Merlín Bermudes<sup>2\*</sup>, Homero Sarmiento López<sup>2</sup> y Laura Belén Tapiade la Barrera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. <sup>2\*</sup> Investigador del Campo Experimental Valle del Guadiana, INIFAP-Durango. Km 4.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. C. P. 34170  
Tel. 618-8260426. E-mail: [merlin.enrique@inifap.gob.mx](mailto:merlin.enrique@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

En la producción de manzana, Durango ocupa el segundo lugar a nivel nacional cosechando un promedio de 10,435.83 ha, obteniendo 48,150.5 t de producto y ganando 241,191 miles de pesos al año en los últimos seis años (INEGI, 2011), colocando a la manzana en uno de los productos primarios más importantes de nuestro estado, ya que representa una significativa fuente de ingresos y de trabajo.

El tizón de fuego en manzano *Malus sylvestris* es una de las enfermedades más severas del manzano causada por la bacteria *Erwinia amylovora* (Donat, 2004) y está ampliamente distribuida en la mayoría de las regiones manzaneras al noreste de México. Reduce la producción al originar la muerte de los racimos florales del manzano durante la época de floración e incluso en ocasiones del árbol completo; en el estado de Durango, durante los años 2006 – 2007 se reportó la infección en un 90% de los huertos de manzano monitoreados (SAGARPA, 2012), en el 2008 el 100% de los huertos estaban infectados por esta enfermedad. Debido al uso inmoderado de la estreptomycin en el intento de controlar la expansión de ésta plaga, *Erwinia amylovora* ha generado resistencia al antibiótico (Romo *et al.*, 2011), por lo tanto es necesario que se busquen nuevas alternativas de tratamientos aplicando antibióticos ya sean orgánicos o químicos. El objetivo del presente trabajo fue determinar la eficiencia de tratamientos químicos y orgánicos para suprimir el crecimiento *in vitro* de la bacteria *Erwinia amylovora*.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el laboratorio de análisis fitosanitarios y fitopatología del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Para llevar a cabo el experimento, se elaboró y se probó la eficiencia del medio semiselectivo CCT (Ishimaru y Klos, 1984) utilizando los ingredientes comerciales para su preparación; para la formación del gel se manejó agar nutritivo, como fuente de carbono se utilizaron sacarosa y sorbitol, para favorecer la selectividad del medio se

agregaron tergitol anónico al 1%, cristal violeta al 0.1%, nitrato de talio al 1% y ciclohexamida. Previo a la evaluación *in vitro* de la efectividad de inhibición de distintos productos químicos y orgánicos, se perpetuó el aislamiento e identificación de la bacteria *Erwinia amylovora* obtenida de un manzano enfermo en la localidad productora Santa Lucía del estado de Durango. El aislamiento se realizó utilizando el medio semiselectivo CCT ya preparado; la identificación se llevó a cabo mediante una tinción de Gram y una batería de pruebas bioquímicas entre las que destacan; utilización de urea, movilidad, producción de indol, utilización de lisina, utilización de citrato, utilización de glucosa, utilización de lactosa, utilización de sacarosa, rojo de metilo, Voges Proskauer y Oxidación/Fermentación. Una vez identificada *Erwinia amylovora*, se inocularon y cosecharon 5 cajas con medio CCT para obtener el inóculo puro al cual se le realizó un conteo para realizarle diluciones y tener una concentración de 10,000 UFC/caja. La evaluación de efectividad sobre el crecimiento de la bacteria se realizó mediante un ensayo factorial con parcelas sub-divididas donde se identificaron a los tratamientos (Cuadro 1) de aceite de orégano Oreganic® (con un contenido de carvacrol de 40%), extracto de gobernadora, Agri-mycin®100, y una combinación de los tres anteriores como parcelas 1, 2, 3 y 4 respectivamente, dichas parcelas se probaron en tres concentraciones diferentes, una de ellas es la concentración recomendada para su uso (D2), otra es una dosis más baja que la recomendada (D1) y la última una dosis más alta (D3); para cada parcela se elaboró un ensayo por triplicado utilizando la técnica de antibiograma (Kirby Bauer), pero probando un antibiótico por caja y haciendo cada concentración por triplicado, en total 36 cajas. La incubación fue a 29°C durante 48 horas en una estufa memmert. Una vez con crecimiento las cajas, se midió el halo de inhibición que presentó cada tratamiento y se reportaron los resultados en unidades de centímetros. Se realizó otro experimento pero esta vez empleando surfactante Canagral® para lograr que los productos se mezclaran correctamente y formaran una solución homogénea de tal manera que se generaran resultados similares en las repeticiones. Para el análisis de datos obtenidos en la aplicación de tratamientos *in vitro* se empleó un diseño en bloques al azar. Los análisis se realizaron mediante el paquete StatgraphicsCenturión versión 16.2 y se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de comparación de medias por el método de Tukey.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en el ensayo de evaluación *in vitro* del crecimiento de *Erwinia amylovora*

Parcela:	Agente inhibidor	D1 (%)	D2 (%)	D3 (%)
1	Aceite de orégano (Oreganic®)	0.07	0.1	0.15

2	Agri-mycin®100	0.03	0.05	0.07
3	Extracto de gobernadora	0.1	0.15	0.2
4	Mezcla de: Oreganic®, Agri-mycin®100yextra-to de gobernadora (MIX)	0.07Oreganic®; 0.03Agrimycin®100; 0.1gobernadora	0.1 Oreganic®; 0.04Agri-mycin®100; 0.15 gobernadora.	0.15Oreganic®; 0.07Agri-mycin®100; 0.2 gobernadora.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el aislamiento que se realizó, la morfología de las colonias de *Erwinia amylovora* en medio semiselectivo CCT fue muy característica: circulares, abombadas y mucosas de 2-6 mm de diámetro.

Según la bibliografía consultada (Donat, 2004), los resultados de las pruebas bioquímicas en la identificación de *Erwinia amylovora* corresponden con la bacteria de interés(Cuadro 2).

Cuadro 2.Pruebas básicas para la identificación de *Erwinia amylovora* utilizada en los ensayos.

O/F	O+/F+	Producción de indol	-	TSI (GSL)	(+ / + / +)
Utilización de urea	-	Utilización de lisina	.	Rojo de Metilo	-
Movilidad	+	Utilización de citrato	-	Producción de gas TSI	+
Voges Proskauer	+	Catalasa	+	Tinción de gram	-

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Cuadro 3), promediando los diámetros del halo de inhibición los mejores tratamientos mostraron de 3.567 a 6.3 cm (Figura 1).

Cuadro 3.Análisis de varianza para el ensayo sin surfactante

F.V.	G.L.	C.M.	F	Pr>F	C.V.	r2
Tratamiento	12	16.758	78.37	<0.0001	22.88	0.973
Error	26	0.213				

Prueba sin surfactante 1

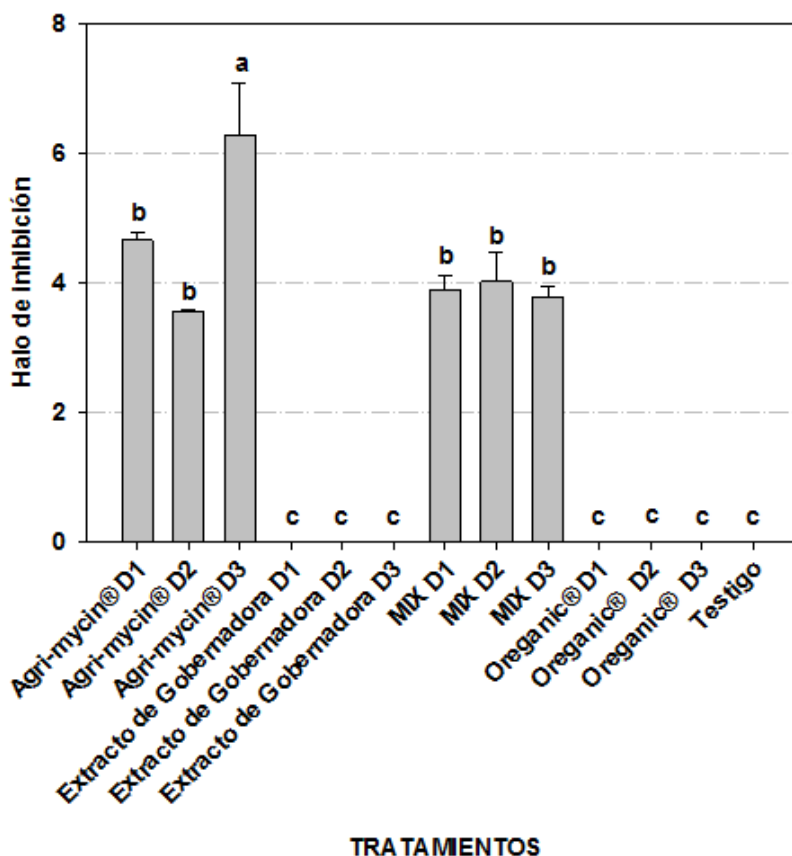


Figura 1. Valores medios del halo de inhibición de los tratamientos sin surfactante.

Los mejores tratamientos fueron el Agri-mycin®100 y el MIX, el primero mostró mayor efectividad en la dosis más alta. Considerando que el resto de los tratamientos no dieron resultado favorable, y analizando los promedios de inhibición del tratamiento MIX, concluimos que existe un elemento, el cual puede ser el extracto de gobernadora o el Oreganic®, que afecta de manera negativa el grado de inhibición del Agri-mycin®100al no mezclarse correctamente con el resto de los elementos y así afectando la efectividad del tratamiento, por lo tanto se realizó el mismo experimento pero ésta vez con surfactanteCanagral® (Cuadro 5). Comparando los resultados con el primer experimento, el empleo del surfactante ayudó a la homogenización de los elementos en las cuatro parcelas, sin embargo, disminuyó la efectividad considerablemente del Agri-mycin®100.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el ensayo con surfactante 1

F.V.	G.L.	C.M.	F	Pr>F	C.V.	r2
Tratamiento	12	14.82	115.14	<0.0001	18.29	0.9815
Error	26	0.128				

### Prueba con surfactante 1

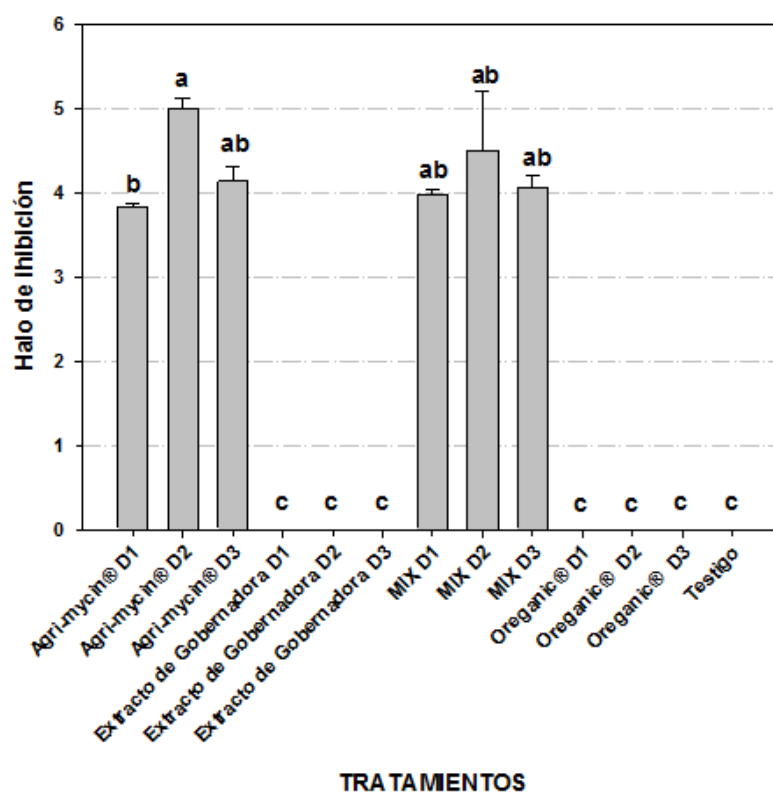


Figura 2. Valores medios del halo de inhibición de los tratamientos con surfactante.

Comparando nuestros resultados con ensayos realizados con aceite esencial de orégano (Romo *et al.*, 2011), se infiere que, el aceite esencial de orégano (Oreganic®) que fue utilizado en este experimento, no dio los resultados esperados posiblemente debido a que el contenido de carvacrol es de 40% y está por debajo del promedio de concentración en el orégano mexicano *Lippiagraveolens* de 43% (Meléndez 2009). Por lo tanto, las dosis deben ser más altas que las utilizadas para poder tener un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *Erwinia amylovora*.

### CONCLUSIONES

La cepa de *Erwinia amylovora* colectada en manzano y utilizada en el ensayo fue plenamente identificada. Los tratamientos químicos utilizados en este trabajo mostraron una mayor inhibición en el crecimiento *in vitro* de la bacteria causante de tizón de fuego en manzano.

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo otorgado por Fundación Produce Durango, A.C, a través del financiamiento del proyecto 668: Validación del manejo integral del control del tizón de fuego en manzano a través de módulos demostrativos en la región de Canatlán y Nuevo Ideal, Durango.



## BIBLIOGRAFÍA

- Donat Luis, M. V. 2004. Caracterización fenotípica y genotípica de aislados españoles de *Erwinia amylovora*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica De Valencia, Escuela Técnica superior de Ingenieros Agrónomos.
- INEGI 2011. El sector alimentario en México 2011, serie de estadísticas sectoriales. Cuadro 2.1.1.21 1a.parte.
- Ishimaru, C. and Kloss, E. 1984. New medium for detecting *Erwinia amylovora* and its use in epidemiological studies. *Phytopathology* 74, 1342-1345.
- Meléndez Rentería, N. P. 2009. El orégano Mexicano. Universidad Autónoma de Coahuila. <http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/CienciaCierta/CC20/CC20oregano.html>. Consultado el 08 de agosto de 2014.
- Romo, C.A.; Berlanda, R.D.I; Guerrero, P. V. M; Martínez C. R; Romero, G. S; Ramírez L. M.R. 2011 Manejo de *Erwinia amylovora* con Aceite Esencial de Orégano (*Lippia berlandieri*) y Estudio de Resistencia a Estreptomicina en Arboles de Manzano cv. 'Golden Delicious'. *Revista Mexicana de Fitopatología*(29)2:119-132.
- SAGARPA 2012. Evaluación externa sobre funcionamiento, operación, seguimiento y calidad del componente sanidad vegetal e inocuidad agrícola ejercicio 2010.

---

---

## EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL HERBICIDA GLIFOSATO 410SL EN EL CONTROL DE MALEZAS EN ALGODONERO TOLERANTE A GLIFOSATO EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA 2014

**José Luis Aldaba Meza, María de la Luz Durón Terrazas**

INIFAP-Delicias, Km 2 Carretera Delicias-Rosales. A.P 81. C.P 33000. Cd. Delicias, Chihuahua. e-mail: aldaba.jose@inifap.gob.mx. Sep-CETIS87 Km 4.5 Carretera Delicias-Rosetilla. C.P. 33000. Cd. Delicias, Chihuahua.

### INTRODUCCIÓN

El algodón, frente a las malas hierbas tiene muchas desventajas como especie agronómica: Su establecimiento es más lento que muchas especies de maleza; Depende en mayor grado de temperaturas óptimas del suelo (27 a 32°C) para una rápida germinación; y Utiliza el agua, los nutrientes y la energía con menos eficacia que muchas de las malezas llamadas C<sub>4</sub> (Frisbie, sin fecha).

Ante tales situaciones, el algodón es un mal competidor de las malezas, y este bajo grado de competitividad se agrava a menudo por su elevada susceptibilidad a las enfermedades y al ataque de insectos.

Desde tiempos primitivos, el hombre ha combatido las malas hierbas de acuerdo a las posibilidades tecnológicas. La limpieza del terreno, el deshierbe y la recolección constituían el insumo más importante de la producción del cultivo, que a veces tomaba hasta el 75% de todo el tiempo disponible; por esta razón, una familia no podía cultivar más de 0.5 ha de tierra (Frisbie, sin fecha).

### OBJETIVOS

1. Evaluar a diferentes dosis la efectividad biológica del herbicida Imitator Plus en el control de malezas en el cultivo de algodón tolerante al herbicida glifosato, comparado con el producto comercial Faena.
2. Evaluar posibles efectos fitotóxicos de los tratamientos aplicados a base de Imitator Plus en el cultivo de algodón tolerante a glifosato.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Información técnica del plaguicida.

Nombre comercial: IMITATOR PLUS

Nombre común: Glifosato

Formulación: CE

% de ingrediente activo: 41.0%

Equivalente en g de i.a. por l: 480.0 g

Localización del sitio experimental. El estudio se estableció en el lote comercial propiedad del agricultor cooperante Sr. Johan Enns F., localizado a 28°55'50''N y 104°40'13''O en el municipio de Ojinaga, Chihuahua, sembrado con la variedad DP-935B<sub>2</sub>RF.

Tratamientos. Se evaluaron tres dosis del herbicida Imitator Plus, un testigo regional (Faena 1,440 gi.a. ha<sup>-1</sup>), un testigo limpio y un testigo absoluto, tal y como se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos y dosis a evaluar en algodón tolerante a glifosato en el estado de Chihuahua. 2010.

No.	Tratamientos	Dosis (gia ha <sup>-1</sup> )	Dosis (pf ha <sup>-1</sup> )
1	Testigo absoluto	0	0.0
2	Testigo Limpio	0	0.0
3	Faena	1,440	3.0 lt
4	Imitator Plus	480	1.0 lt
5	Imitator Plus	920	2.0 lt
6	Imitator Plus	1,440	3.0 lt

gia=gramos de ingrediente activo      pf=producto formulado

Malezas evaluadas. Se evaluó la eficacia sobre las especies que se presentaron con mayor frecuencia, tanto de hoja angosta como de hoja ancha.

Diseño Experimental. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde cada unidad experimental (parcela) se constituyó por 4 surcos de 10m de largo, separados a 0.82m. Entre bloques y entre parcelas se tuvo un andador de 1.0m de ancho.

Aplicación de tratamientos. Se realizó una aplicación en postemergencia al cultivo y a la maleza, el 18 de mayo de 2010, con una aspersora de mochila motorizada, provista de un aguilón con 6 boquillas de abanico plano Tee-Jet 8002, con un volumen de 226.5 litros de agua por hectárea con lo cual se logró una cobertura completa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de las especies presentes y población por especie de maleza antes de la aplicación. Las especies que se presentaron con mayor frecuencia antes de la aplicación de los tratamientos fueron: quelite *Amaranthus palmeri*; Rodadora *Salsola iberica*; hediondilla *Vervesina encelioides*; zacate de agua *Echinochloa crus-galli* y avena *Avena sativa* con poblaciones medias de 15.92, 11.45, 4.67, 5.67 y 39.08 plantas en 0.25 m<sup>2</sup> respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de maleza y su población (plantas en 0.25m<sup>2</sup>) antes de la aplicación de los tratamientos en algodón tolerante a glifosato en el estado de chihuahua 2010.

Tratamientos	Dosis g/ha <sup>-1</sup>	<i>Amaranthus palmeri</i>	<i>Salsola iberica</i>	<i>Vervesina encelioides</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Avena sativa</i>
Testigo abs.	0	16.3	11.3	4.5	5.5	39.5
Testigo Limpio	0	15.8	11.0	4.5	6.0	38.8
Faena	1,440	15.8	10.8	4.3	5.3	39.5
Imitator Plus	480	15.8	11.8	4.8	5.5	39.5
Imitator Plus	920	16.0	12.5	5.3	5.3	38.3
Imitator Plus	1,440	16.0	11.5	4.8	6.5	39.0
	Pr>f	0.9972	0.3157	0.2799	0.1334	0.2621
	C.V.	10.53	9.50	12.37	12.19	2.19

Población de quelite *A. palmeri* a través del tiempo y porcentaje de control.

La especie *A. palmeri* resultó muy sensible tanto al herbicida Imitator Plus como al Faena, detectándose diferencias altamente significativas en todos los muestreos.

A los 10 DDA (días después de la aplicación) se presentan diferencias poblacionales en todos los tratamientos (cuadro 3), las cuales se uniformizan a los 20 DDA donde los tratamientos Imitator Plus en dosis de 920 y 1,440 g/ha<sup>-1</sup> y Faena 1440 g/ha<sup>-1</sup> resultan estadísticamente iguales entre sí.

Cuadro 3. Población (plantas en 0.25 m<sup>2</sup>) y control (%) de *A. palmeri* a través del tiempo en algodón tolerante a glifosato en el estado de chihuahua 2010.

Tratamiento	Dosis	10DDA		20DDA		30DDA	
	g/ha	Pob	Control	Pob	Control	Pob	Ctrl
Testigo abs.	0	16.3 a	0.0 e	16.3 a	0.0 d	16.3 a	0.0 c
Testigo Limpio	0	0.0 d	100.0 a	0.0 c	100.0 a	0.0 c	100.0 a
Faena	1,440	3.8 c	83.8 b	0.0 c	100.0 a	0.0 c	100.0 a
Imitator Plus	480	10.8 c	35.0 d	4.8 b	48.8 c	3.0 b	87.5 b
Imitator Plus	920	9.0 b	50.0 c	2.0 c	73.8 b	0.0 c	100.0 a
Imitator Plus	1,440	3.8 c	85.0 b	0.0 c	100.0 a	0.0 c	100.0 a
	Pr>f	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	C.V.	21.1	8.8	30.5	6.0	20.2	1.5

A partir de los 10 DDA se observan porcentajes de control superiores al 80% en la dosis de 1,440 g/ha incrementando hasta 100% a los 20 DDA. Por su parte, la dosis de 920 g/ha de Imitator Plus alcanza el 73.8% de control a los 20 DDA llegando hasta el 100% a los 30 DDA (Cuadro 3). En base a los resultados obtenidos se puede concluir que la especie *A. palmeri* es controlada al 100% con el herbicida Imitator plus en dosis desde 920 g/ha.

Población de rodadora *S. iberica* a través del tiempo y porcentaje de control.

La especie *S. iberica* manifestó baja sensibilidad tanto al herbicida Imitator Plus como al Faena, observándose a los 10 DDA porcentajes de control menores al 70% (Cuadro 4).

A los 20 DDA se observaron buenos porcentajes de control sólo en la dosis de 1,440 g/ha tanto de Faena como de Imitator Plus, sin embargo, en el resto de las dosis los porcentajes no superan el 80% de control.

A los 30 DDA se observó un buen desempeño de las dosis de 480 y 920 g/ha de Imitator Plus, sin embargo, en dichas dosis el control no es suficiente para esta especie ya que aún en la dosis de 920 g/ha no logra rebasar el 95% de control.

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que para controlar satisfactoriamente a la especie *S. iberica* se requieren al menos 1,440 g/ha de Imitator Plus.

Cuadro 4. Población (plantas en 0.25 m<sup>2</sup>) y control (%) de *S. iberica* a través del tiempo en algodónero tolerante a glifosato en el estado de Chihuahua 2010.

Tratamiento	Dosis	10DDA		20DDA		30DDA	
	g/ha	Pob	Control	Pob	Control	Pob	Ctr
Testigo abs.	0	11.3 a	0.0 e	11.3 a	0.0 d	11.3 a	0.0 d
Testigo Limpio	0	0.0 e	100.0 a	0.0 d	100.0 a	0.0 c	100.0 a
Faena	1,440	8.5 b	62.5 b	0.3 d	98.8 a	0.3 c	99.5 a
Imitator Plus	480	9.5 b	22.5 d	4.5 b	35.0 c	4.5 b	82.5 c
Imitator Plus	920	6.5 c	50.0 c	1.5 c	80.0 b	1.3 c	93.8 b
Imitator Plus	1,440	4.0 d	67.5 b	0.3 d	98.8 a	0.3 c	99.5 a
	Pr>f	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	C.V.	8.9	6.4	17.7	8.4	18.8	2.8

Población de hediondilla *V. encelioides* a través del tiempo y porcentaje de control.

Al igual que en la especie *A. palmeri*, en *V. encelioides* se observó una alta susceptibilidad tanto al herbicida Imitator Plus como al Faena, detectándose diferencias altamente significativas en todos los muestreos.

Desde los 10 DDA se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos para la variable población de *V. encelioides* (Cuadro 5), resultando estadísticamente iguales entre sí todos los tratamientos químicos en el primer muestreo después de la aplicación.

Cuadro 5. Población (plantas en 0.25 m<sup>2</sup>) y control (%) de *V. encelioides* a través del tiempo en algodónero tolerante a glifosato en el estado de Chihuahua. 2010.

Tratamiento	Dosis	10DDA		20DDA		30DDA	
	g/ha	Pob	Control	Pob	Control	Pob	Ctr
Testigo abs.	0	4.5 a	0.0 e	4.5 a	0.0 c	4.5 a	0.0 c
Testigo Limpio	0	0.0 c	100.0 a	0.0 d	100.0 a	0.0 c	100.0 a
Faena	1,440	1.5 b	87.5 b	0.5 cd	99.0 a	0.3 c	99.5 a
Imitator Plus	480	2.0 b	45.0 d	2.0 b	72.5 b	2.0 b	82.5 b
Imitator Plus	920	1.8 b	65.0 c	1.0 c	91.5 a	0.5 c	99.0 a
Imitator Plus	1,440	1.5 b	92.5 ab	0.3 cd	99.5 a	0.3 c	99.8 a
	Pr>f	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

C.V. 25.0 5.8 28.4 6.2 33.7 1.8

En cuanto al porcentaje de control de esta especie, a los 20 DDA ya se observan porcentajes superiores a 91.5% a partir de la dosis de 920 gía ha<sup>-1</sup> de Imitator Plus llegando a superar el 99% de control a los 30 DDA, sin embargo la dosis de 480 gía ha<sup>-1</sup> no logra superar el 82.5% de control.

En base a estos resultados se puede concluir que la especie *V. Encelioides* es bien controlada por el herbicida Imitator Plus en dosis desde 920 gía ha<sup>-1</sup> con porcentajes de control superiores o iguales al 99%.

Población de zacate de agua *E. cruz-galli* a través del tiempo y porcentaje de control.

Al igual que en las especies *A. palmeri*, y *V. encelioides* se observó una alta susceptibilidad de *E. crus-galli* tanto al herbicida Imitator Plus como al Faena.

En los tres muestreos realizados después de la aplicación de los tratamientos se presentan diferencias altamente significativas para la variable población de *E. crus-galli*(Cuadro6), producto del control ejercido.

Cuadro 6. Población (plantas en 0.25 m<sup>2</sup>) y control (%) de *E. crus-galli* a través del tiempo en algodónero tolerante a glifosato en el estado de Chihuahua 2010.

Tratamiento	Dosis	10DDA		20DDA		30DDA	
	gía ha <sup>-1</sup>	Pob	Control	Pob	Control	Pob	Ctr
Testigo abs.	0	5.5 a	0.0 e	5.5 a	0.0 c	5.5 a	0.0 c
TestigoLimpio	0	0.0 d	100.0 a	0.0 d	100.0 a	0.0 c	100.0 a
Faena	1,440	1.8 c	82.5 b	0.3 cd	99.5 a	0.0 c	100.0 a
Imitator Plus	480	3.3 b	37.5 d	1.5 b	52.5 b	1.0 b	77.5 b
Imitator Plus	920	2.3 bc	55.0 c	1.0 bc	92.5 a	0.5 bc	98.3 a
Imitator Plus	1,440	1.8 c	83.8 b	0.0 d	100.0 a	0.0 c	100.0 a
	Pr>f	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	C.V.	20.9	9.3	28.4	5.3	28.6	2.6

Dicho control inicia a los 10 DDA con buenos porcentajes (superiores al 80%) en los tratamientos Faena 1,440 gía ha<sup>-1</sup> e Imitator Plus 1,440 gía ha<sup>-1</sup>; sin embargo, a partir de los 20 DDA se mejora el control en el tratamiento Imitator Plus 920 gía ha<sup>-1</sup> obteniendo 92.5% de

control, el cual se incrementa a los 30 DDA hasta 98.3% mientras que la dosis de 1,440 gía ha<sup>-1</sup> de Faena e Imitator plus alcanza el control total.

En base a estos resultados se puede concluir que la especie *E. crus-gallies* controlada por el herbicida Imitator Plus en dosis desde 920 gía ha<sup>-1</sup> con porcentajes de control superiores o iguales al 98.3%.

Población de avena *A. sativa* a través del tiempo y porcentaje de control.

En el apartado de especies presentes en el estudio se reportó *A. sativa* con sus poblaciones iniciales muy altas. Esto es debido a que los productores del estado de Chihuahua la siembran como barrera rompevientos para proteger al cultivo del algodón de las ventiscas arenosas que le pueden ocasionar la muerte del total de plantas. Una vez que cumple su cometido, esta especie es eliminada por medios químicos; por ello, se consideró importante evaluar el comportamiento de Imitator Plus en su control.

Típicamente, la *A. sativa* es altamente susceptible al activo glifosato; por ello, se observó alta susceptibilidad a los herbicidas Faena e Imitator Plus que lo contienen, reduciendo significativamente la población en porcentajes superiores al 50% desde los 10 DDA (Cuadro 7).

Cuadro 7. Población (plantas en 0.25 m<sup>2</sup>) y control (%) de *A. sativa* a través del tiempo en algodón tolerante a glifosato en el estado de Chihuahua 2010.

Tratamiento	Dosis gía ha <sup>-1</sup>	10DDA		20DDA		30DDA	
		Pob	Control	Pob	Control	Pob	Ctr
Testigo abs.	0	39.5 a	0.0 d	39.5 a	0.0 c	39.5 a	0.0 c
Testigo Limpio	0	0.0 d	100.0 a	0.0 d	100.0 a	0.0 d	100.0 a
Faena	1,440	4.3 c	90.0 b	0.5 d	99.0 a	0.5 d	99.0 a
Imitator Plus	480	18.5 b	50.0 c	7.0 b	60.0 b	7.0 b	76.3 b
Imitator Plus	920	17.0 b	57.5 c	3.5 c	93.8 a	3.0 c	96.0 a
Imitator Plus	1,440	4.0 c	87.5 b	0.5 d	99.0 a	0.5 d	99.3 a
	Pr>f	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	C.V.	10.7	6.0	9.11	4.8	8.8	2.7

A partir de los 10 DDA se observaron porcentajes de control superiores al 87.4% en los tratamientos Faena 1,440 gía ha<sup>-1</sup> e Imitator Plus 1,440 gía ha<sup>-1</sup>; sin embargo, a partir de los 20 DDA se mejora el control en el tratamiento Imitator Plus 920 gía ha<sup>-1</sup> obteniendo 93.8% de



control, el cual llega a alcanzar 96% a los 30 DDA, mientras que la dosis de 1,440 g/ha de Faena e ImitatorPlus superan el 99%.

En base a estos resultados se puede concluir que la especie *A. sativa* es controlada por el herbicida Imitator Plus en dosis desde 920 g/ha con porcentajes de control superiores o iguales al 96.0%.

Fitotoxicidad al cultivo.

No se observaron efectos fitotóxicos de ningún tipo en los muestreos realizados.

### CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y a las condiciones ambientales y de manejo de este estudio se emiten las siguientes conclusiones:

Las especies que se presentaron con mayor frecuencia fueron: quelite *Amaranthus palmeri*; rodadora *Salsola iberica*; hediondilla *Vervesina encelioides*; coquillo *Cyperus esculentus*; zacate de agua *Echinochloa crus-galli* y avena *Avena sativa* con poblaciones de 15.92, 11.45, 4.67, 6.21, 5.67 y 39.08 plantas en 0.25 m<sup>2</sup>

Las especies *A. palmeri*, *V. Encelioides*, *E. crus-galli* y *A. sativa* son altamente sensibles al herbicida Imitator Plus y son controladas al 100%, 99%, 98.3% y 96.0% respectivamente en dosis desde 920 g/ha.

Para controlar eficientemente a la especie *S. iberica* se requieren al menos 1,440 g/ha de Imitator Plus.

### BIBLIOGRAFIA

Frisbie R, E. S/F. Control integrado de plagas del algodón. En: Estudio FAO Producción y Protección Vegetal No. 48.

---

---

## COMPORTAMIENTO DEL HERBICIDA GLIFOSATO EN SU FORMA SAL ISOPROPILAMINA DE (N-[FOSFONOMETIL]-GLICINA) EN VARIEDADES DE ALGODONERO TOLERANTES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA 2014.

Aldaba M., J.L.; Durón T., M.L.

INIFAP-Delicias; SEP-Cetis 87. aldaba.jose@inifap.gob.mx.

### INTRODUCCIÓN

El glifosato probablemente sea el herbicida más vendido en la historia de los herbicidas, y es un herbicida sistémico del grupo de las glicinas, no selectivo, de absorción foliar fundamentalmente (De Liñán y De Liñán, 2013; Malik *et al.*, 1989) de postemergencia y no residual (Nissen *et al.*, 2004), se caracteriza por su buena traslocación, alta actividad, amplio campo de acción y capacidad de control de órganos de reproducción subterráneos (De Liñán y De Liñán, 2013).

El mecanismo de acción del glifosato es la inhibición de la enzima *5-enolpiruvil-shikimato 3-fosfato sintetasa* (Rosales y Sánchez, 2006; Malik *et al.*, 1989; Steinrücken and Amrhein, 1980) en el ciclo del *ácido shikímico*, lo cual bloquea la producción de los aminoácidos fenilalanina, tirosina y triptófano (Rosales y Sánchez, 2006).

Las plantas tratadas con este herbicida presentan clorosis que se transforma en necrosis general en una o dos semanas después de la aplicación (Rosales y Sánchez, 2006) y los daños por acarreo se caracterizan por clorosis y coloración púrpura.

Actualmente existen en el mercado de México presentaciones químicas de glifosato que van desde su forma Ácido de N-[fosfonometil]-glicina) hasta su forma de Trimetilsulfonio de N-[fosfonometil]-glicina) (De Liñán V., C. y De Liñán C., C. 2013); sin embargo una de sus formas más comerciales es en la presentación de Sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina).

En varias ocasiones se ha mencionado que la forma Sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) entre otras (Lozano, 2014), ha causado daños a algunas variedades de algodón tolerantes a glifosato; por ello, se realizó el presente estudio con el objetivo de observar el comportamiento de esta forma de glifosato en las variedades de algodón tolerantes a él y que son comúnmente sembradas en el estado de Chihuahua.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Localización del estudio.

El estudio se estableció en las instalaciones del INIFAP-Delicias en dos etapas: la primera consistió en la siembra en macetas y aplicación de tratamientos en la etapa de 8 hojas

verdaderas del cultivo y la segunda en el trasplante y aplicación en campo en la etapa de 18 nudos.

### Estudio en macetas.

El 15 de marzo de 2014 se sembraron diez variedades que comúnmente se siembran en el estado de Chihuahua (Cuadro 1) en macetas de 0.14 m de diámetro, en las cuales, una vez emergidas las plántulas y haber alcanzado su etapa de ocho hojas verdaderas, se procedió a aplicar las dosis que se enlistan en el cuadro 1. Las macetas fueron distribuidas en un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones.

Para diseñar la dosis por aplicar se preparó un litro de dilución por dosis, calculada en base a un gasto de 200 L de agua por hectárea, utilizando un microaspersor para su aplicación. De esta manera las diluciones resultantes se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Variedades sembradas en macetas y dosis de herbicida en el estudio Comportamiento del herbicida glifosato en su forma *sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina)* en variedades de algodón tolerantes en el estado de Chihuahua 2014.

Variedades Comerciales		Dosis de herbicida		
Fibermax	Deltapine	g/ha ha <sup>-1</sup>	lpf ha <sup>-1</sup>	Dilución ml l <sup>-1</sup>
FM 989*	DP 104 B <sub>2</sub> F	0	0.0	0
FM 9250 GL	DP147 RF	820	2.0	10.0
FM 1880 B <sub>2</sub> F	DP 912 B <sub>2</sub> RF	1,640	4.0	20.0
FM 9160 B <sub>2</sub> F	DP 935 B <sub>2</sub> RF	3,280	8.0	40.0
FM 9180 B <sub>2</sub> F	DP 1924 B <sub>2</sub> RF			

\*Variedad convencional

Se tomaron datos de fitotoxicidad 24, 48 y 72 h después de la aplicación así como a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación en base a la metodología propuesta por la EWRS descrita en el cuadro 2.

### Estudio en campo.

Posterior al último muestreo en macetas, las plantas fueron trasplantadas en los terrenos del Campo Experimental Delicias, distribuidas sistemáticamente por variedad; una vez que las plantas alcanzaron la etapa fenológica de 18 nudos por planta se les aplicó su respectiva dosis de herbicida y se tomaron datos de fitotoxicidad 24, 48 y 72 h después de la aplicación así como a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación en base a la metodología propuesta por la EWRS descrita en el cuadro 2.

Cuadro 1. Escala propuesta por la European Weed Research Society (EWRS) para evaluar el control de malezas y la fitotoxicidad al cultivo y su interpretación agronómica porcentual.

Valor	Efecto sobre la maleza	% de control de maleza	% de maleza no afectada (individual)
1	Muerte completa	99.0 – 100	0
2	Muy buen control	96.5 – 99.0	1 – 3
3	Buen control	93.0 – 96.5	4 – 7
4	Suficiente en la práctica	87.5 – 93.0	7 – 11
5	Control medio	80.0 – 87.5	12 – 20
6	Regular	70.0 – 80.0	20 – 30
7	Pobre control	50.0 – 70.0	30 – 50
8	Muy pobre control	1.0 – 50.0	49 – 50
9	Sin efecto	0.0 – 1.0	100
<hr/>			
Valor	Efecto sobre el cultivo	% de fitotoxicidad al cultivo	% del cultivo no afectada (individual)
1	Sin efecto	0.0 – 1.0	100
2	Síntomas muy ligeros	1.0 – 3.5	97
3	Síntomas ligeros	3.5 – 7.0	93
4	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7.0 – 12.5	87
5	Daño medio	12.5 – 20.0	80
6	Daño elevado	20.0 – 30.0	70
7	Daño muy elevado	30.0 – 50.0	50
8	Daño severo	50.0 – 99.0	1
9	Muerte completa	99.0 – 100.0	0

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fitotoxicidad en el experimento en macetas.

No se observaron efectos fitotóxicos causados por el herbicida salisopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) sobre plántulas de 8 hojas en ninguno de los muestreos realizados en las macetas en ninguna de las variedades reportadas como tolerantes; sin embargo, en la variedad convencional FM-989 se observaron efectos desde leves a las 48 h después de la aplicación en la dosis de sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) 8 L ha<sup>-1</sup> y a las 72 h en las dosis de 2 y 4 L ha<sup>-1</sup>, hasta causar la muerte del total de las plántulas a los 14 DDA (días después de la aplicación) en las dosis de 4 y 8 L ha<sup>-1</sup> y a los 21 DDA en la dosis de 2 L ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

### Sintomatología de la fitotoxicidad en el experimento en macetas.

A las 48 h después de la aplicación de la dosis de 8 L ha<sup>-1</sup> de sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) se observó una coloración naranja-purpúrea y una deformación convexa de las hojas, observándose el mismo síntoma a las 72 h en las dosis de 4 y 2 L ha<sup>-1</sup>.

A los 7 DDA la deformación se mantiene y la coloración cambia a solamente púrpura con inicio de necrosamiento en los bordes foliares en las dosis de 4 y 8 L ha<sup>-1</sup>, mientras que a los 14 DDA inicia la muerte gradual de plántulas en las tres dosis probadas alcanzando la muerte total a los 21 DDA.

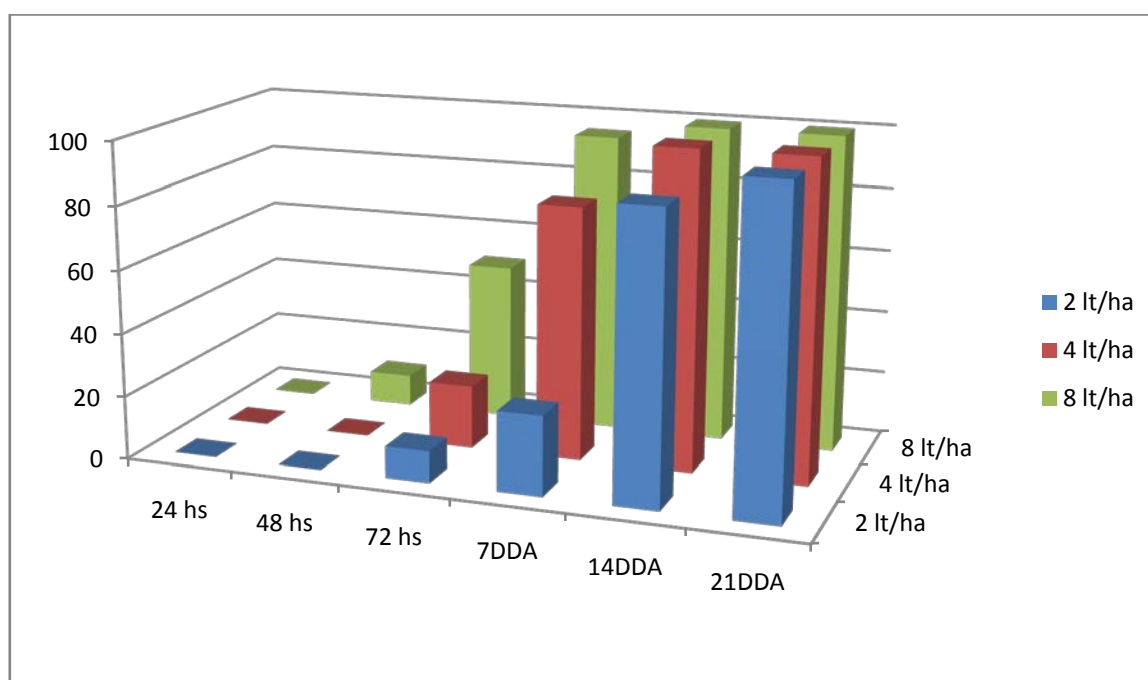


Figura 1. Fitotoxicidad del herbicida sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) sobre plántulas de 8 hojas de la variedad de algodónero convencional FM-989. CEDEL-CIRNOC-INIFAP. 2014.

### Fitotoxicidad en el experimento en campo.

Al igual que en el experimento en macetas, no se observaron efectos fitotóxicos causados por el herbicida sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) sobre plantas de 18 nudos en ninguno de los muestreos realizados en campo en ninguna de las variedades reportadas como tolerantes; sin embargo, en la variedad convencional FM-989 se observaron efectos muy leves a las 48 h después de la aplicación en la dosis de sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) 8 L ha<sup>-1</sup> y leves a las 72 h en las dosis de 2 y 4 L ha<sup>-1</sup>, (Figura 2).

Las dosis de 2 y 4 L ha<sup>-1</sup> causaron muerte de plantas a partir de los 14 DDA, mientras que la dosis de 8 L ha<sup>-1</sup> lo hizo desde los 7 DDA (Figura 2).

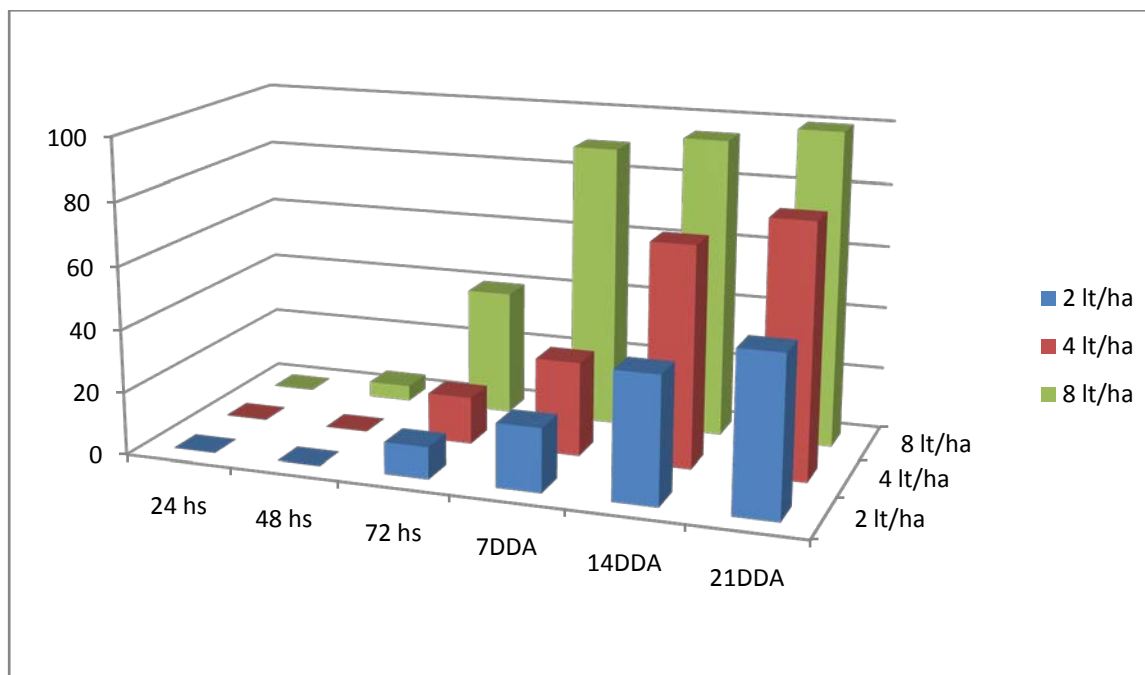


Figura 2. Fitotoxicidad del herbicida sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) sobre plantas de 18 nudos de la variedad de algodónero convencional FM989. CEDEL-CIRNOC-INIFAP. 2014.

### Sintomatología de la fitotoxicidad en el experimento de campo.

A las 72 h después de la aplicación de las tres dosis probadas de sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) se observó una coloración naranja-purpúrea y una deformación convexa de las hojas; sin embargo, a los 7 DDA la deformación desaparece y la coloración cambia a color púrpura en las tres dosis, con necrosamiento foliar y clorosis en cuadros y en sépalos solamente en la dosis de 8 L ha<sup>-1</sup>, con caída de cuadros y flores e inicio de muerte de plantas. En las dosis de 2 y 4 L ha<sup>-1</sup> el necrosamiento foliar, la clorosis en cuadros y en sépalos, la caída de cuadros y flores y el inicio de muerte de plantas aparecen a los 14 DDA.

### CONCLUSIONES.

No se observaron efectos fitotóxicos causados por el herbicida sal isopropilamina de (N-[fosfonometil]-glicina) sobre plántulas de 8 hojas ni sobre plantas de 18 nudos en ninguno de los muestreos realizados en ninguna de las variedades reportadas como tolerantes; solamente en la variedad convencional FM-989.

La sintomatología de la toxicidad en la variedad convencional FM-989 va desde coloración naranja-púrpura hasta necrosis foliar y muerte de plantas, pasando por clorosis en cuadros y sépalos y caída de cuadros y flores.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Anónimo. 1992. Manual for field trials in plant protection. Third Edition. Revised and enlarged. CIBA-GEIGY. Plant protection. Printed in Switzerland. Pag. 240-241.
- De Liñán V., C. y De Liñán C., C. 2013. Agroquímicos de México 2013. Ed. Tecno agrícola de México, S.A. de C.V. 5ª ed. 814 pp.
- Lozano P., R. 2014. Comunicación personal. Mayo de 2014.
- Malik, J.; Barry, G. and Kishore, G. 1989. The herbicide glyphosate. *Biofactors*. (Oxford, England), 2(1), 17-25.
- Rosales R., E. y Sanches C., R. 2006. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Rio Bravo. Folleto Técnico Num. 35. Tamaulipas, México. 65p.
- Steinrücken, H. and Amrhein, N. 1980. The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvyl shikimic acid-3-phosphate synthase. *Biochemical and biophysical research communications*, 94(4), 1207-1212.

## AISLAMIENTO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS DEL GUSANO BARRENADOR DEL RUEZNO *CYDIA CARYANA* DEL NOGAL PECANERO

Diana Rosales Macías<sup>1</sup>; José Alfredo Samaniego Gaxiola<sup>2</sup>; Zaida Crispín del Río<sup>1</sup>; Rosalía Servín-Villegas<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón - San Pedro km 7.5. Ejido Ana. CP. 27170. <sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna, Blvd. Prof. José Santos Valdez # 1200 PTE. C. P. 27440 Matamoros, Coahuila. <sup>3</sup> Centro de Investigaciones Biológicas, Instituto Politécnico Nacional 195, Playa Palo de Santa Rita Sur; La Paz, B.C.S. México.  
Correspondencia: [samaniego.jose@inifap.gob.mx](mailto:samaniego.jose@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

México se distingue por una biodiversidad de hongos, muchos de ellos en las áreas tropicales, pero también en hábitat muy particulares como guano de murciélago; de tal manera que, de las más de 200 mil especies se estima existe solo un 5 % de especies descritas (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014). Más aún, pocos trabajos han explorado hongos entomopatógenos de plagas del nogal pecanero *Carya illinoensis* K., específicamente para el gusano barrenador del ruezno (GBR) *Cydia caryana* Fitch. No obstante, algunos autores señalan que podrían encontrarse millones de especies de hongos capaces de atacar insectos (Hernández *et al.*, 2001).

Por otra parte, en los últimos 20 años se han desarrollado decenas de productos biológicos para combatir plagas y enfermedades de cultivos agrícolas, asimismo, decenas de laboratorios producen estos organismos benéficos, entre los que destacan insectos, bacterias y hongos (García de León y Mier, 2010). Hay un resurgimiento del control biológico que utiliza organismos benéficos en contra de organismos perjudiciales para los cultivos agrícolas, una de las principales razones son las medidas restrictivas en términos de inocuidad de los agroquímicos en general y en particular de los pesticidas. Consecuentemente, el presente trabajo se enfoca en aislar y probar la capacidad de hongos como entomopatógenos del GBR.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en la huerta "Hormiguero" localizada en el municipio de Matamoros, Coahuila, cuyas coordenadas son +25° 41' 23.98", -103° 20' 5.59". Durante el verano del 2013, en la huerta señalada, se realizaron tres recolectas de rueznos con fechas 26/08/13, 05/09/13 y 27/09/13, en todos los casos los rueznos se almacenaron en refrigerador a una temperatura de 5 °C hasta que las larvas y pupas del GBR fueron extraídas, el número de rueznos procesados fue de 5,070.



Cuando se logró recobrar larvas y pupas se colocaron en suelo a capacidad de campo o en cámara húmeda, en ambos casos cinco larvas por caja de petri. Un primer lote de 170 larvas y pupas (vivas) se colocó en suelo húmedo e incubó a 28 °C por 10 días, después de recobraron y purificaron los hongos que aparecieron sobre el insecto pasándolos a medio agar agua y luego a PDA. Un segundo lote de larvas vivas y muertas de 100 y 170, respectivamente, se colocaron en cámara húmeda, incubaron y recobraron los hongos como se indicó para el primer lote procesado. Un tercer lote de 166 larvas vivas se colocó en suelo húmedo para reobrar los hongos de la manera señalada en el lote uno procesado. La identificación de los hongos se realizó a nivel de género, utilizando las claves de Domsch *et al.*, (1980).

Únicamente se recobró *Metarhizium* sp. como hongo entomopatógeno de las larvas del GBR, el cual se utilizó para evaluarlo para invadir, matar y esporular larvas vivas del GBR. La inoculación de las larvas del GBR con *Metarhizium* sp. se hizo por contacto directo de larvas invadidas por el hongo en larvas vivas no invadidas. Una vez inoculadas las larvas, se incubaron de dos maneras, en cámara húmeda o en cámara seca, ésta última consistió en colocar las larvas inoculadas en cajas petri que tenían dentro papel secante estéril. El testigo fue colocar larvas vivas sin inocular con el hongo en ambas cámaras.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 5,070 rueznos procesados, se reobraron alrededor de 800 larvas y pupas (vivas y muertas), de todas ellas, no observamos ninguna invadida por hongos cuando recién se extrajeron del ruezno. Del lote uno, donde se colocaron larvas y pupas en suelo húmedo, el porcentaje de hongos que invadieron al insecto fue marginal, con alrededor del 2 % del insecto invadido por los hongos, es decir, el insecto en sus dos estadios larva y pupa no pudo ser invadido por los hongos del suelo, si bien, las especies de *Fusarium* y *Gliocladium* predominaron sobre larvas y pupas que pudieron ser invadidas.

Del segundo lote del insecto que fue colocado en cámara húmeda, el 96 % adquirió hongos, aquí el 88 % del insecto fue invadido por una asociación de especies de *Fusarium* + *Gliocladium*, sin embargo, la procedencia del insecto fue de rueznos recolectados en la última fecha de muestreo y almacenados de 13 a 46 días, es decir, el insecto permaneció almacenado un tiempo considerable antes de colocarlo en cámara húmeda, lo cual pudo haberlo debilitado y hacerlo susceptible a la invasión de los hongos. La invasión de los hongos, solo ocurrió después de que los insectos murieron (en la cámara húmeda). Por tanto, no los consideramos como entomopatógenos, adicionalmente, en la literatura revisada, no encontramos que las especies de *Fusarium* y *Gliocladium* sean entomopatógenos del GBR. No obstante, en el futuro,

habrá que evaluar si las larvas del GBR son susceptibles al ataque de algunos aislados de *Fusarium* y *Gliocladium* (resguardados en el laboratorio)

En el tercer lote, donde solo se utilizaron larvas vivas, encontramos que un 5 % fue invadido por *Metarhizium* sp., (Cuadro 1). Aquí también podemos observar que predominó *Fusarium*. Cabe destacar que se encontró una asociación de *Fusarium* con nematodos parásitos de las larvas. Los nematodos parásitos dentro de las larvas no los pudimos recobrar.

*Metarhizium* sp. fue capaz de parasitar larvas vivas del GBR, pero solo lo hizo cuando se inoculó e incubó en cámara húmeda, en este caso, 71 % de larvas murieron después de tres días. Sobre las larvas que murieron, *Metarhizium* sp. las invadió profusamente con su micelio y esporuló en cuatro días, como se muestra en la Figura 1. Todas las larvas inoculadas con el hongo murieron después de 10 días (datos no mostrados), en estas larvas, el hongo esporuló como se muestra en la Figura 1 inferior derecha. Las larvas del GBR que se encuentran alimentándose dentro del ruezno, no parecen tener enemigos naturales, en contraste, cuando la nuez ha endurecido, los rueznos abren o caen al suelo, podría aparecer sus enemigos naturales. Particularmente, nematodos y hongos podrían atacar las larvas del GBR expuestas al suelo.

Cuadro 1. Microorganismos encontrados (%) en larvas del barrenador del ruezno (166) de *Cydia caryana*, después de colocarse en suelo húmedo e incubarse diez días a 28 °C

<i>Metarhizium</i> sp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Gliocladium</i> sp.	<i>Fusarium</i> y nematodos	Actinomiceto	No invadida	Llego a pupa no invadida
5	40	4	10	4	33	5

Algunas especies de *Metarhizium* pueden vivir como hongos saprobios, asociarse a las raíces de plantas o atacar a insectos, los factores ambientales son los que estimulan al hongo para que exprese alguno de los comportamientos señalados (Barelli, 2011). Parte de los rueznos que aún tienen larvas del GBR caen al suelo, en donde *Metarhizium* y posiblemente otros hongos pudieron estimular al hongo para atacar las larvas. De hecho, en este trabajo, únicamente pudimos recobrar larvas micosadas al utilizar las larvas del GBR como trampas de *Metarhizium* sp. El uso de larvas para recobrar *Metarhizium* es una técnica utilizada. Rodrigues *et al.*, (2005) lograron determinar la distribución de *Metarhizium* en destinos ecosistemas de suelos de Suiza, usando como trampa *Galleria mellonella* L.

Cuadro 2. Supervivencia de larvas del gusano barrenador del ruzno *Cydia Caryana* después de tres días de haberse inoculado o no con *Metarhizium* sp.

	Larvas vivas		Larvas muerta	
	Media	Rango	Media	Rango
Testigo <sup>£</sup>	100	0	0	0
Inoculación en cámara seca <sup>¥</sup>	100	0	0	0
Inoculación en cámara húmeda <sup>†</sup>	29	13-53	71	47-80

<sup>£</sup> Larvas sin inocular, promedio de tres repeticiones, con cinco larvas por repetición.

<sup>¥</sup> Las larvas se colocaron en cajas Petri con papel secante estéril seco; valores promedio siete tratamientos, cada uno con tres repeticiones y cada repetición con cinco larvas.

<sup>†</sup> Las larvas se colocaron en cajas Petri con papel secante estéril húmedo (saturado); valores promedio siete tratamientos, cada uno con tres repeticiones y cada repetición con cinco larvas.

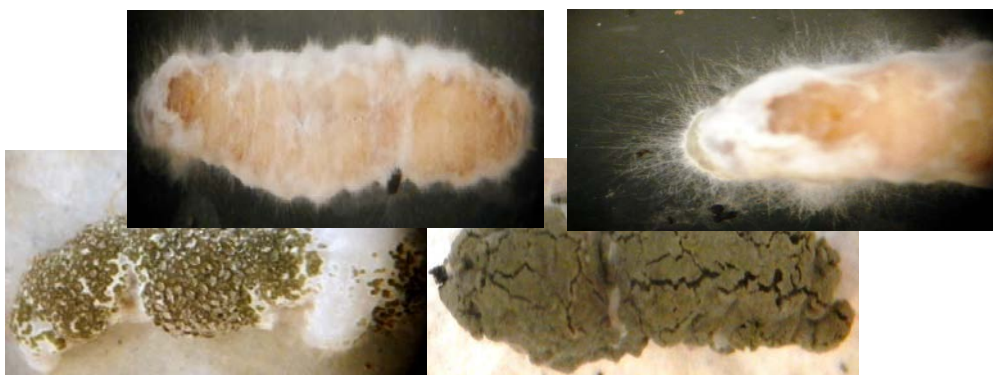


Figura 1. Invación de *Metarhizium* sp. a larvas del gusano barrenador del ruzno *Cydia Caryana*. Superior izquierda, micelio sobre la larva; superior derecha abultamiento del micelio sobre extremo de la larva; inferior izquierda, inicio de producción de esporas; inferior derecha, larva completamente cubierta por las esporas del hongo.

La esporulación de *Metarhizium* sobre los insectos se ha asociado a una humedad relativa elevada cercana al 100 %, en contraste, humedades relativas de 75 % no favorecen la esporulación del hongo sobre los insectos que invade y mata (Magalhães *et al.*, 2000). En nuestro trabajo, *Metarhizium* sp. únicamente esporuló en la larva del GBR a humedad del 100 %, lo que concuerda con el trabajo previo (Magalhães *et al.*, 2000). Sin embargo, las especies de *Metarhizium* pueden matar a insectos susceptibles sin formar esporas evidentes a simple

vista, las formas que el hongo mata son a través de toxinas o enzimas (Téllez-Jurado *et al.*, 2009).

*Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin y otros hongos entomopatógenos tienen un potencial para ser utilizados como control biológico de insectos plaga de cultivos agrícolas, por ello, muchos estudios se han enfocado a determinar factores ecológicos que favorecen el ataque de estos hongos sobre los insectos (Jaronski, 2010).

En México, se ha estudiado la distribución de hongos entomopatógenos en cultivos agrícolas como el maíz y caña de azúcar, lo que sugiere que los hongos sí se encuentran ampliamente distribuidos (Bautista-Galvez *et al.*, 2012; Hernández-Velázquez *et al.*, 2011). Asimismo, los hongos entomopatógenos se han encontrado ampliamente asociados a raíces de plantas (Fisher *et al.*, 2011). Aunado a lo anterior, se considera que solo se han descrito alrededor de 20 mil especies de hongos (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014), de un potencial de 5 millones (O'Brien *et al.*, 2005). Todo ello en su conjunto, sugiere que los hongos entomopatógenos tienen un gran potencial en el control de plagas, incluyendo a las del nogal pecanero.

### CONCLUSIONES

Del 5 al 30 % de las larvas del GBR se recobraron de 5,070 rueznos. De las larvas recién extraídas, no se observó invasión por hongos. Las larvas colocadas en suelo adquirieron hongos, pero únicamente se identificó a *Metarhizium* sp. Se observó una asociación *Fusarium* spp. y nematodos, éstos últimos parasitando las larvas. Larvas del GBR fueron parasitadas, muertas y micosadas únicamente cuando se inocularon con *Metarhizium* sp. y se incubaron en cámara humedad (100 %).

### AGRADECIMIENTOS

Al Fondo SAGRAPA-COANCYT por el financiamiento parcial de la investigación en el tema, por medio del proyecto clave 2011-13-175247.

### BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J. y Valenzuela, R. 2014. Biodiversidad de hongos en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85:76-81.
- Barelli, B. L. 2011. Starvation induces expression of the plant-adhesin gene, Mad2, of the entomopathogenic fungus *Metarhizium robertsii*. Tesis of Master of Science. Faculty of Graduate Studies, Brock University St. Catharines, Ontario, Canada.
- Bautista-Galvez, A., Barrera, J. F., Payró-de la Cruz, E., Salgado-García, S., Gómez-Ruiz, J. y Gómez-Leyva, J. F. 2012. Genetic characterisation of *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) sorokin isolates from sugarcane fields and their pathogenicity against *Aenoemiapostica* (Walker) (Hemiptera: Cercopidae). Universidad y Ciencia 28: 217-229.

- Domsch, K. H., Gams W. y Anderson, H. T. 1980. Compendium of soilfungi. Vol. I, New York: AcademicPress.
- Fisher, J. J., Rehner, S. A. and Bruck, D. J. 2011. Diversity of rhizosphere associated entomopathogenic fungi of perennial herbs,shrubs and coniferous tres. Journal of Invertebrate Pathology 106: 289-295.
- García de León, S. y Mier, T. 2010. Visión general de la producción y aplicaciónde bioplaguicidas en México. Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente10: 37-63.
- Hernández, H. M., Garcia-Aldrete, A. N., Álvarez, F.y Ulloa, M. (Comps.). 2001. Enfoques Contemporáneos para el Estudio de la Biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 291-304.
- Hernández-Velázquez, M., Cervantes-Espíndola, Z., Villalobos, F. J., García, L. L. y Peña-Chora, G. 2011. Aislamiento de hongos entomopatógenos en suelo y sobre gallinas ciegas (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de maíz. Acta Zoológica Mexicana 27: 591-599.
- Jaronski, S. T. 2010. Ecological factors in the inundative use of fungal entomopathogens. BioControl 55:159-185.
- Magalhães, B. P., Goettel, M. S., Frazão, H. S. and. 2000. Sporulation of *Metarhizium anisopliae* var. acridumand *Beauveria bassiana* on *Rhammatocerusschistocercoides* under humid and dry conditions. Brazilian Journal of Microbiology 31:162-164.
- O'Brien, H. E., J. L. Parrent, J. A. Jackson, J. M. Moncalvo y R. Vilgalys. 2005. Fungal community analysis by largescale sequencing of environmental samples. Applied and Environmental Microbiology 71:5544-5550.
- Rodrigues, S., Peverling, R., Nagel, P. and Krllrt, S. 2005. The natural distribution of the entomopathogenic soil fungus. *Metarhizium anisopliae* in different regions and habitat types in Switzerland. Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes: Melolontha IOBC/wprs Bulletin 28: 185-188.
- Téllez-Jurado, A., Cruz- Ramírez, M. G., Mercado-Flores, Y., Torres, A. A. y Arana-Cuenca, A. 2009. Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongosentomopatógenos e insectos. Revista Mexicana de Micología 30: 73-80.

---

---

## IMPORTANCIA DE MICRO-HONGOS EN LA LAGUNA

José Alfredo Samaniego Gaxiola <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna, Blvd. Prof. José Santos Valdez # 1200 PTE. C. P. 27440 Matamoros, Coahuila.

Correspondencia: [samaniego.jose@inifap.gob.mx](mailto:samaniego.jose@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

La mayoría de las especie de hongos en el mundo no se han descrito y se considera que existen por lo menos cinco millones (O'Brien *et al.*, 2005), por lo tanto, en La Comarca Lagunera hay una escasa identificación de hongos. La importancia de los hongos es que son capaces de tener una amplia gama de funciones ecológicas, muchas de ellas ya explotadas por la humanidad desde hace miles de años, tal es el caso de la elaboración de vino por medio del uso de las los hongos conocidos como levaduras (Herrera-Suárez y Ulloa-Sosa, 1990). Los micro-hongos son aquellos que necesitan ayuda de microscopios para observarlos, si bien, los podemos ver a simple vista cuando sus colonias alcanzan alrededor de 1 mm. La actividad humana en La Laguna desde hace más de 100 años, ha transformado el ambiente, desde los suelos dedicados a la agricultura hasta los destinados a la construcción. Todas estas actividades han modificado la presencia y/o el papel de los micro-hongos, de tal manera que, algunos géneros se pueden encontrar en los suelos agrícolas después de tener cultivos establecidos por décadas (Samaniego-Gaxiola y Chew-Madinaveitia, 2007), así como el incremento de Coccidio- micosis o enfermedad infecciosa provocada por el hongo *Coccidioides immitis* (Mondragón-González *et al.*, 2005). En suma, la actividad humana en La Laguna, no solo ha favorecido el establecimiento de nuevos hongos, sino también, el papel que estos hongos desempeñan.

Consecuentemente, el presente trabajo tiene como objetivos señalar los hongos identificados para la Región, su importancia y el indicar cuáles de ellos están bajo resguardo en una colección de cultivos en el Laboratorio de Fitopatología del CELALA-CIRNOC-INIFAP.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En 1984 se inició el aislamiento e identificación (Arx, 1981; Domsch *et al.*, 1980) de hongos del suelo de La Laguna, como resultado de ello se consignó un primer inventario (Samaniego-Gaxiola *et al.*, 1988) desde entonces, se ha continuado con la identificación y en algunos casos el resguardo de esos hongos en el Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental La

Laguna (INIFAP). A continuación, se muestran los géneros de hongos que se han aislado, identificado, y en algunos casos resguardado desde 1984.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de 30 años se han estado aislando e identificando micro-hongos de La Laguna, el Cuadro 1 ejemplifica algunos de esos aislados. Otros hongos se han identificado y que no se incluyen en el Cuadro 1, son algunas levaduras como *Sacharomyces* y *Rodotorula* aisladas de las raíces de la sábila, así como hongos introducidos a La Laguna como *Leptosphaerulina* sp., aislado del “Green” de campos de golf de La Laguna. No se incluyen algunas royas y carbones presentes en la Región como la viruela del algodón *Puccinia cacabata*, el carbón del maíz *Ustilago maydis*, entre otros. Algunos hongos representativos de la biodiversidad en La Laguna se muestran en la Figura 1.

Cuadro 1. Géneros de mico-hongos aislados e identificados de La Laguna: su importancia, uso potencial y si tiene resguardo en el Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental La Laguna (INIFAP)

Generos	Aislado de	Importancia	Uso potencial	Resguardo	Ref.
<i>Acremonium</i> (<5) *	SA	Saprobio		No	SO
<i>Alternaria</i> (>5 <10)	S y E	Ataca follaje		No	SC, SO
<i>Alleschenella</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Actinomucor</i> (>5 <10)	SA	Ataca insectos	Control biológico <sup>P</sup>	No	SO
<i>Alveophoma</i> (>5 <10)	S y E	Saprobio		No	SO
<i>Ascochyta</i> (>5 <10)	S y E	Saprobio		No	SC, SO
<i>Cerebella</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Chrysosporium</i> (<5)	S y E	Patógeno		No	SO
<i>Gliocladium</i> (>10 <30)	S y E	Ataca follaje	Control biológico <sup>P</sup>	Si	SC, SO
<i>Coryascus</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Dendrostibella</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Dictyarthrum</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Doratomyces</i> (<5)	SA y E	Saprobio		No	SC, SO
<i>Echinochodium</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Emencella</i> (>10 <30)	S	Saprobio		No	SC, SO
<i>Emencellopsis</i> (>10 <30)	S	Saprobio		No	SO
<i>Gilmanella</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SC, SO
<i>Gymnoascus</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Melanospora</i> (<5)	S	Saprobio		No	SO
<i>Humicola</i> (<5)	S	Saprobio		No	SC, SO
<i>Phycomyces</i> (<5)	SA	Ataca insectos	Control biológico <sup>P</sup>	No	SO
<i>Micrasacus</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Minimedusa</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Mortierella</i> (>5 <10)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Mucor</i> (>5 <10)	SA	Ataca frutos		No	SC, SO
<i>Negscosmospora</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SC, SO
<i>Nocospora</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Papulaspora</i> (<5)	SA	Saprobio		No	SO
<i>Rhizopus</i> (>5 <10)	SA	Saprobio		No	SC, SO
<i>Scopulariopsis</i> (<5)	S	Saprobio		No	SC, SO
<i>Stachybotrys</i> (<5)	S y E	Patógeno ganado		No	SC, SO
<i>Thielavia</i> (>5 <10)	SA y E	Saprobio		No	SO
<i>Torula</i> (>5 <10)	S y E	Saprobio		No	SC, SO
<i>Ulocladium</i> (<5)	S	Saprobio		No	SC, SO
<i>Chaetomium</i> (>10 <30)*	SA	Ataca a hongos	Control biológico <sup>P</sup>	No	SC, SO
<i>Gliocladium</i> (>10 <30)	SA	Ataca a hongos	Control biológico <sup>P</sup>	Si	P, SO
<i>Harposporium</i> (<5)	SA	Ataca nematodos	Control biológico <sup>P</sup>	No	SO
<i>Johnstonia</i> (<5)	SA	Ataca nematodos	Control biológico <sup>P</sup>	No	SO
<i>Mefarhizium</i> (<5)	SA	Ataca insectos	Control biológico <sup>P</sup>	Si	SO
<i>Paeclomyces</i> (>10 <30)	SA	Ataca insectos	Control biológico <sup>P</sup>	No	SO
<i>Scytalidium</i> (<5)	SA	Ataca a hongos	Control biológico <sup>P</sup>	Si	SO
<i>Trichoderma</i> (>10 <30)	SA	Ataca a hongos	Control biológico <sup>P</sup>	Si	SC, SO

<i>Aspergillus</i>	(> 30) *	SA	Múltiple <sup>a</sup>	Si	P, SC, SO
<i>Eupenicillium</i>	(>10<30)	SA	Múltiple	No	P, SC, SO
<i>Eurotium</i>	(>10<30)	SA	Múltiple	No	P, SC, SO
<i>Fusarium</i>	(>30)	SA	Múltiple	Si	P, SC, SO
<i>Fenicillium</i>	(> 30)	SA	Múltiple	Si	P, SC, SO
<i>Colletotrichum</i>	(>5 <10) *	HA	Ataca a la alfalfa	No	Lab
<i>Curvularia</i>	(<5)	S y E	Ataca a cereales	No	SC, SO
<i>Cylindrocarpon</i>	(<5)	S y E	Ataca a cereales	No	SO
<i>Drechslera</i>	(>5 <10)	S y E	Ataca a cereales	Si	SC, SO
<i>Macrophomina</i>	(<5)	S y E	Ataca al frijol	No	Lab
<i>Monilia</i>	(>5 <10)	S y E	Ataca a frutos	No	SO
<i>Pestalotia</i>	(<5)	S y E	Ataca a forrajes	No	SO
<i>Phoma</i>	(>10<30)	S y E	Ataca a forrajes	Si	SO
<i>Phymatotrichopsis</i>	(<5)	S y E	Ataca a frutales	No	Lab
<i>Phytophthora</i>	(<5)	S y E	Ataca a frutales	Si	Lab
<i>Pythium</i>	(<5)	S y E	Ataca a frutales	No	Lab
<i>Rhizoctonia</i>	(>5 <10)	SA	Ataca a cultivos	Si	SC, SO
<i>Verticillium</i>	(>5 <10)	SA	Ataca a cultivos	No	SO
<i>Histoplasma</i>	(<5) *	SA	Ataca a humanos	No	SO
<i>Coccidioides</i>	(<5)	SS	Ataca a humanos	No	Lab
<i>Breaffanomyces</i>	(<5)	Palma	Saprobio	No	Lab

<sup>a</sup> Número entre paréntesis indica las especies que podrían encontrarse en los suelos de La Laguna, estimación de acuerdo a las especies ya encontradas.

S, SA, SS y E = Suelos varios, suelo agrícola, suelo salino y estiércol, respectivamente.

<sup>b</sup> Se ha encontrado que estos hongos pueden ser importantes como patógenos de plantas, humanos, ganado, etc., aunque en La Laguna no hay pocos estudios al respecto.

P, SC, SO y Lab = Pérez-García et al (1991), Samaniego-Gaxiola y Chew-Madinaveitia, (2007), Samaniego-Gaxiola et al (1988) e identificación en el laboratorio sin cita, respectivamente.

Actualmente se evalúan cerca de 100 aislados de hongos en cuanto a su capacidad de invadir insectos, datos preliminares indican que un aislado de *Metarhizium* sp. es capaz de atacar al gusano barrenador del ruzno (GBR) *Cydia caryana* Fitch, ácaros silvestres, garrapatas entre otros (Figura 2).

Otros hongos que tienen importancia por ser potencialmente útiles como control biológico de plagas y enfermedades de cultivos agrícolas se exponen en el Cuadro 2. Algunos de estos hongos viven en sinergia con otros organismos, por ejemplo: algunas especies de *Fusarium* lo hacen con nematodos.

Particularmente, falta un inventario de micro-hongos, pues en trabajos recientes no se están incluyendo (Aguirre-Acosta et al., 2014). En contraste, en los últimos 20 años, retoman la importancia los micro-hongos potencialmente útiles para el control de plagas y enfermedades de cultivos agrícolas (García de León y Mier, 2010).



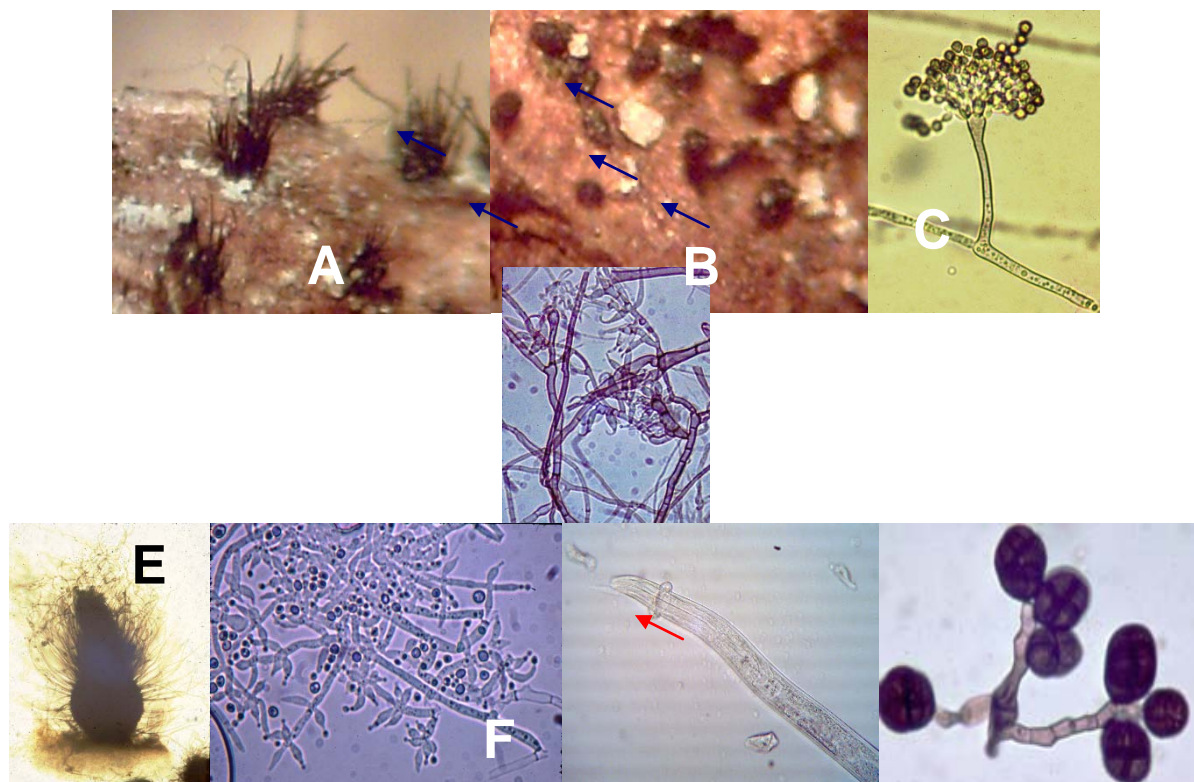


Figura 1. A-H, micro-hongos representativos de La Laguna. A, *Colletotrichum* sp. (cerdas) que emergen de una ramita de alfalfa; B, microesclerocios (flechas azules) de *Rhizoctonia solani* sobre las raíces de alfalfa; C, *Aspergillus puniceus* aislado de suelo; D, *Harposporium* sp., hongo que ataca a nematodos; E, *Chaetomium* sp., hongo antagonico de hongos que atacan cultivos agricolas; F, *Trichoderma* sp., antagonico de hongos fitopatogenos; G, hongo atacando a un nematodo (flecha roja) y H, *Ulocladium* sp., hongo saprobio del suelo.



Figura 2. Micro-hongos capaces de atacar insectos u hongos. Línea superior de izquierda a derecha: *Metarhizium* sp. atacando a la larva del GBR, pupa del GBR atacada por un hongo aún no identificado, también larva del GBR atacada por *Metarhizium* sp., y ácaro silvestre no atacado por hongos, respectivamente. Línea inferior de izquierda a derecha: ácaro silvestre ya atacado por hongos.

atacado por *Metarhizium* sp., huevo de garrapata (flecha blanca) atacado por *Metarhizium* sp., hembra de garrapata donde está esporulando *Metarhizium* sp. (flecha azul) y donde el hongo está inadiendo el interior de otra hembra (flecha roja), *Trichoderma* sp. invadiendo frasco donde se reprodujeron esclerocios de *Phymatotrichopsis omnivora* (hongo de la pudrición texana), respectivamente.

Cuadro 2. Algunos hongos resguardados en el Laboratorio de Fitopatología que son potencialmente de importancia.

Género	Aislado de	Importancia	Comentarios	Clave
<i>Metarhizium</i> sp.	Suelo	Ataca insectos	Gusano barrenador del ruzno Araña Roja del maíz Ácaros silvestres Garrapatas, macho, hembra y huevo	Met
<i>Trichoderma</i> sp.	Suelo	Tolera endosulfan	Tolera 2000 ppm	TS
<i>Trichoderma</i> sp.	Hongo	Ataca hongos	Específicamente de <i>P. omnivora</i>	TE
<i>Trichoderma viride</i>	Suelo	Asociado a raíces	Al inocularlo en suelo, se asocia a la rizósfera del nogal	TN
<i>Scytalidium ligicola</i>	Suelo	Tiene antibióticos	Inhibe a hongos in vitro	Scyt
<i>Gliocladium</i> sp.	Insecto	Podría atacar insectos	Se evalúa su capacidad para atacar insectos	Pm 17
<i>Fusarium</i> sp.	Insecto	Podría atacar insectos	Se evalúa su capacidad para atacar insectos	Pm 14
<i>Cladosporium</i> sp.	Insecto	Podría atacar insectos	Se evalúa su capacidad para atacar insectos	Re 2-2

## CONCLUSIONES

Micro-hongos del suelo, dentro de insectos, del follaje y de otros sitios se encuentra en La Laguna, algunos de ellos poseen usos potencialmente benéficos tales como control biológico de plagas y enfermedades de cultivos agrícolas, ganados y humanos. Los géneros de hongos que empiezan a destacar por sus propiedades benéficas son *Fusarium*, *Gliocladium*, *Metarhizium* y *Trichoderma*, aunque no se descartan otros géneros. Sin embargo, es necesario evaluar propiedades benéficas de aislados de hongos con los que actualmente se tienen en el Laboratorio de Fitopatología del CELALA, INIFAP.

## AGRADECIMIENTOS

Al Fondo SAGRAPA-COANCYT por el financiamiento parcial de la investigación en el tema, por medio del proyecto clave 2011-13-175247.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Acosta, E., Ulloa, M., Aguilar, S., Cifuentes, J. y Valenzuela, R. 2014. Biodiversidad de hongos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85:76-81.
- Arx, J. A. 1981. *The genera fungi sporulating in pure culture*, tercera edición, Cramer, Vaduz. 424 p.
- Domsch, K. H., Gams, W. and Anderson, T. 1980. *Compendium of soil fungi*, vol. I-I. Academic, London. 859 p.
- García de León, S. y Mier, T. 2010. Visión general de la producción y aplicación de bioplaguicidas en México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 10: 37-63.
- Herrera, T. and Ulloa, M. (1990) *El Reino de los hongos*. México City: UNAM & Fondo de Cultura Económica.
- O'Brien, H. E., Parrent, J. L., Jackson, J. A., Moncalvo, J. M., & Vilgalys, R. (2005). Fungal community analysis by large-scale sequencing of environmental samples. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(9), 5544-5550.
- Pérez-García, G., Herrera-Pérez, T. y Samaniego-Gaxiola, J. A. 1991. Micobiota asociada con las raíces de nogal infectadas por *Phymatotrichum omnivorum*. *Revista Mexicana de Micología* 8:71-84.
- Samaniego-Gaxiola, J. A. y Chew-Madinaveitia, Y. 2007. Diversidad de géneros de hongos del suelo en tres campos con diferente condición agrícola en La Laguna, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 383-390.
- Samaniego-Gaxiola, J. A., Ulloa-Sosa, M. y Herrera-Suárez, T. 1988. Micobiota del suelo en huertas de nogal atacadas por *Phymatotrichum omnivorum*. *Revista Mexicana de Micología* 4: 43-57.

## MEDIOS DE CULTIVO Y TEMPERATURAS PARA HACER CRECER Y PRODUCIR ESPORAS DE *Metarhizium* sp.

Sellenne Yuridia Márquez Guerrero<sup>1</sup>; Zaida Crispín del Río<sup>1</sup>; José Alfredo Samaniego Gaxiola<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón - San Pedro km 7.5. Ejido Ana. CP. 27170. <sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna, Blvd. Prof. José Santos Valdez # 1200 PTE. C. P. 27440 Matamoros, Coahuila.  
Correspondencia: [samaniego.jose@inifap.gob.mx](mailto:samaniego.jose@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

La necesidad de mantener una agricultura sostenible, ha originado la investigación, desarrollo y adopción de métodos de control biológico, particularmente en México, ello ha ocurrido de manera acentuada en los últimos 20 años (García y Mier, 2010). Entre los hongos con un mayor potencial para el control biológico de insectos se encuentran las especies de *Metarhizium*, quienes se caracterizan por ser cosmopolitas y atacar a una gama amplia de órdenes de insectos, desde los mosquitos comunes *Aedes aegypti* L., hasta larvas del gusano barrenador del ruzno (GBR) *Cydia caryana* Fitch, Lepidoptera: Tortricidae (Reyes *et al.*, 2011; Roberts y St Leger, 2004). Aislamientos nativos de *Metarhizium* sp. de La Región Lagunera, implica el evaluar su capacidad para atacar potenciales insectos. Recientemente, se obtuvo un aislado de *Metarhizium* sp. capaz de matar y micozar al *C. caryana*. Éste aislado podría ser de importancia para el control del GBR, ya que parece tener especificidad y una gran capacidad para atacar al insecto. Sin embargo, el producir esporas de *Metarhizium* sp. en el menor tiempo, condiciones ambientales y medio de cultivo económico sería un prerrequisito para evaluarlo como control biológico del GBR y otros insectos.

Algunos criterios en la selección de aislados de *Metarhizium* son su capacidad para invadir insectos, pero también su termo-tolerancia, o capacidad de crecer a temperaturas superiores a 30 °C (Toriello *et al.*, 2008). Por otra parte, los medios de cultivo convencionales de laboratorio donde esporula el hongo tienen cantidades importantes de nitrógeno orgánico, como extractos de levadura y malta, peptona, que tal vez podrían sustituirse por cantidades menores sin afectar la producción de esporas. No menos importante es el rápido crecimiento del hongo, manteniendo una esporulación abundante. Por tanto, los objetivos del trabajo son evaluar el crecimiento y la producción de esporas de *Metarhizium* sp. aislado del GBR en la Región Lagunera con diferentes medios de cultivo y temperaturas de incubación.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Las etapas de experimentación se llevaron a cabo en el laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental La Laguna, CIRNOC INIFAP. Como organismo de experimentación se utilizó el hongo entomopatógeno *Metarhizium* sp., el cual fue aislado de suelo de una Huerta de Nogal Pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch), situada en el ejido Hormiguero municipio de Matamoros, Coahuila. El hongo se aisló, usando como trampa al insecto gusano barrenador del ruzno (*Cydia caryana*), durante el ciclo agrícola 2013. *Metarhizium* sp., se conservó en tubo con medio inclinado PDA (Papa Dextrosa Agar adicionado con carbonato de calcio) hasta su utilización en el laboratorio.

Medios de cultivo. Los medios evaluados para el crecimiento y producción de esporas fueron tres y su composición por cada 500 mL de agua estilada fueron: Sabourand (SAB) Dextrosa, 20 g; Peptona, 5 g; Extracto de levadura, 5 g; Extracto de malta, 5 g y agar 7.5 g. Peptona y sales (PS) Dextrosa, 5 g; Peptona, 3 g; KHPO<sub>4</sub>, 0.25 g; MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O, 0,5 g; y Agar, 7.5 g. Papa Dextrosa Agar (PDA) Papa en trocitos para infusión de papa, 100 g; Dextrosa, 10 g y Agar, 7.5 g. Los medios se prepararon en matraces Erlenmeyer de 1 L, en volúmenes de 500 ml de medio. Los medios se esterilizaron a 15 psi por 15 minutos. Para posteriormente ser vaciados en cajas Petri previamente esterilizadas.

Evaluación de temperaturas. Una vez listas las cajas Petri con los tres medios solidificados SAB, EPS y PDA, se prosiguió a inocularlas con cilindros de 5 mm procedentes de una placa donde el hongo creció durante 10 días. Las cajas Petri con el hongo, en cada medio de cultivo, se incubaron a cuatro temperaturas 18, 23, 28 y 33 °C. Así, por cada medio y temperatura o tratamientos se hicieron cuatro repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La esporulación en los tres medios de cultivo fue visualmente distinta, como se parecía en la Figura 1. En el medio SAB formó más esporas, luego en el medio PDA y casi no formó esporas en el medio EPS. Aunque no se cuantificó la esporulación al microscopio ni sembrando las esporas en medio de cultivo, sí se estimó la producción de esporas de manera cualitativa. El Cuadro 1, muestra como esporuló *Metarhizium* sp. de acuerdo al medio de cultivo y temperatura de incubación, ahí podemos apreciar el mismo patrón de esporulación, en donde el mejor medio fue SAB, luego PDA y finalmente el EPS.

Se decidió no obtener un cultivo monospórico del aislado de *Metarhizium* sp. que se evaluó en este trabajo, las razones fueron que pudiese haber un consorcio de especies y evitar perder características genéticas del hongo. Las especies de *Metarhizium* pueden llegar a tener una alta especificidad para atacar insectos (Bautista-Galvez *et al.*, 2012), pero también ser capaces de

vivir asociados a las raíces de plantas o vivir como saprobios en el suelo, todo ello, en respuesta a un estímulo epigenético (Barelli, 2011).

Distintas especies de *Metarhizium* parecen tener una amplia distribución en los suelos (Roberts *et al.*, 2004; Rodrigues *et al.*, 2005) e incluso atacando insectos plaga asociados a la caña de azúcar y maíz ambos de importancia en México (Bautista-Galvez *et al.*, 2012; Hernández-Velázquez *et al.*, 2011). Adicionalmente, se estima que existen miles de especies de hongos que atacan insectos (Hernández *et al.*, 2001), donde las especies de *Metarhizium* destacan tanto por su capacidad de atacar insectos, amplia distribución como por poseer variados mecanismos para matar a los insectos (Téllez-Jurado *et al.*, 2009).

Otros medios de cultivo se están evaluando para inducir mayor esporulación y más rápido crecimiento (datos no publicados) sin haber logrado disminuir la fuente de nitrógeno orgánico que el hongo requiere para esporular. Sin embargo, existen notables diferencias en cuanto a la cuantificación de esporas cuando el hongo crece en distintas condiciones ambientales tales como luz, aireación y presencia de antibiótico.

Un crecimiento preponderantemente vegetativo de *Metarhiziumanisopliae* (Metchnikoff) Sorokin se ha reportado en condiciones de aireación normal, por el contrario, pulsos de oxígeno favorecen la esporulación aunque también lo hace y se necesita una fuente orgánica de nitrógeno (Tlecuil-Beristain *et al.*, 2010).

Un mejor crecimiento del hongo que evaluamos después de 15 días de incubación se observó a 28 °C con 50 y 67 cm el los medio SAB y PDA, respectivamente. A temperatura de 33 °C el hongo fue donde menos creció, aquí a los 15 días de incubación según el medio de cultivo alcanzó de 19 a 25 mm (Figura 2).



Figura. 1. Esporulación de *Metarhizium* sp., en medios de cultivo sabouroud (SAB), papa dextrosa agar (PDA) y peptona sales (PS) después de incubar al hongo durante seis semanas a 28 °C.

Cuadro 1. Esporulaci3n de *Metarhizium* sp., en medios de cultivo a distintas temperaturas

Medio de cultivo	Temperatura en °C			
	18	23	28	33
Sabouraud (SAB)	+++	+++++	+++++	+
Papa dextrosa agar (PDA)	++	++	++	+
Peptona m1s sales (PS)	++	+	+	+

+, ++ y +++++ = 20, 40 y 100 % de esporulaci3n estimada visualmente.

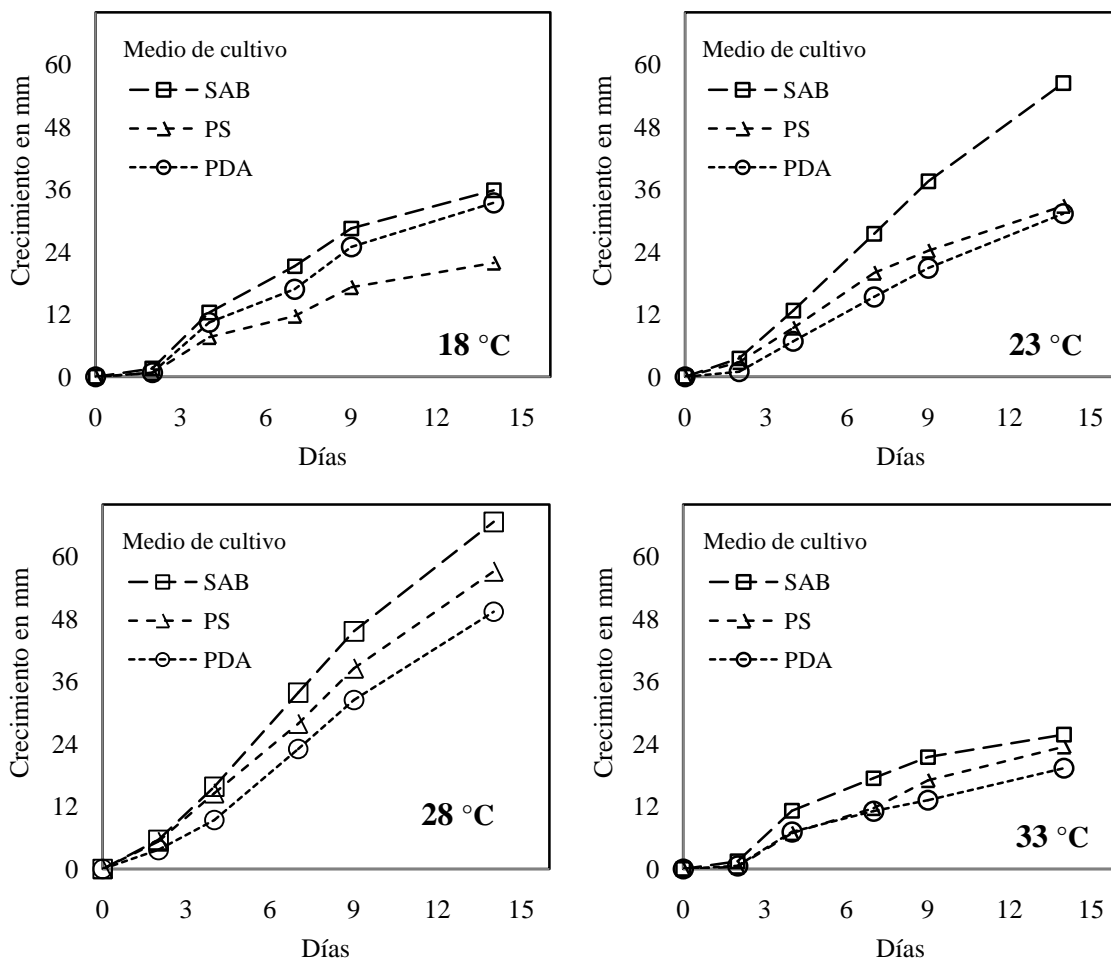


Figura 2. Din1mica del crecimiento de *Metarhizium* sp., incubado a diferentes temperaturas y medios de cultivo sabouroud (SAB), papa dextrosa agar (PDA) y peptona sales (PS).

## CONCLUSIONES

El asilamiento evaluado en este trabajo de *Metarhizium* sp. creció y esporuló mejor en el medio de cultivo Sabouraud (SAB) a temperatura de 28 °C (67 mm y 100 % de la superficie del medio de cultivo cubierta por esporas), en comparación a los otros medios utilizados y temperaturas evaluadas. La capacidad del hongo para poder crecer a 33 °C lo coloca como termo-tolerante, lo cual es un criterio para seleccionarlo como un potencial hongo útil en el control biológico de insectos. La producción abundante de esporas contrastó con un crecimiento preponderantemente vegetativo con muy escasas esporas en los medios de cultivo SAS y PS, respectivamente, éste comportamiento sugiere que el hongo podría poseer características de entomopatógeno y saprobio, como se ha descrito para hongos que pertenecen al mismo género

## AGRADECIMIENTOS

Al Fondo SAGRAPA-COANCYT por el financiamiento parcial de la investigación en el tema, por medio del proyecto clave 2011-13-175247.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Barelli, B. L. 2011. Starvation induces expression of the plant-adhesin gene, Mad2, of the entomopathogenic fungus *Metarhizium robertsii*. Tesis of Master of Science. Faculty of Graduate Studies, Brock University St. Catharines, Ontario, Canada.
- Bautista-Galvez, A., Barrera, J. F., Payró-de la Cruz, E., Salgado-García, S., Gómez-Ruiz, J. y Gómez-Leyva, J. F. 2012. Genetic characterisation of *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) sorkin isolates from sugarcane fields and their pathogenicity against *Aenoemiapostica* (Walker) (Hemiptera: Cercopidae). *Universidad y Ciencia* 28: 217-229.
- García, L. S y Mier, T. 2010. Visión general de la producción y aplicación de bioplaguicidas en México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 10: 37-63.
- Hernández, H. M., Garcia-Aldrete, A. N., Álvarez, F. y Ulloa, M. (Comps.). 2001. Enfoques Contemporáneos para el Estudio de la Biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 291-304.
- Hernández-Velázquez, M., Cervantes-Espíndola, Z., Villalobos, F. J., García, L. L. y Peña-Chora, G. 2011. Aislamiento de hongos entomopatógenos en suelo y sobre gallinas ciegas (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de maíz. *Acta Zoológica Mexicana* 27: 591-599.
- Reyes, V. F., Garza, H. J., García, M. A., Tamez, G. P., Howard, F. V. A y Rodríguez, P. M. 2011. *Dissemination of Metarhizium anisopliae of low and high virulence by mating behavior in Aedes aegypti*. *Parasites & Vectors* 44: 171-177.
- Roberts, D. W. and St Leger, R. J. 2004. *Metarhizium* spp., cosmopolitan insect-pathogenic fungi: mycological aspects. *Advances in applied microbiology*, 54: 1-54.
- Rodrigues, S., Peverling, R., Nagel, P. and Krllrt, S. 2005. The natural distribution of the entomopathogenic soil fungus. *Metarhizium anisopliae* in different regions and habitat types in Switzerland. *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes: Melolontha IOBC/wprs Bulletin* 28: 185-188.
- Téllez-Jurado, A., Cruz- Ramírez, M. G., Mercado-Flores, Y., Torres, A. A. y Arana-Cuenca, A. 2009. Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. *Revista Mexicana de Micología* 30: 73-80.
- Tlecuil-Beristain, S., Viniegra-González, G., Díaz-Godínez, G., and Loera, O. 2010. Medium selection and effect of higher oxygen concentration pulses on *Metarhizium anisopliae* var. *lepidiotum* conidial production and quality. *Mycopathologia*, 169: 387-394.
- Toriello, C., Sansón, M. E., Ramírez, Z. M., Barranco, N. H., Hernández, B. D., Velázquez, H. V y Mier, T. 2008. Virulencia y termotolerancia de cultivos monospóricos de *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* de la mosca pinta (Hemiptera: Cercopidae). *Revista Mexicana de Micología* 28: 57-66.



## CALIDAD DE PLANTA DE *Pinus engelmannii* EN SIMBIOSIS CON *Glomus intraradices* y *Glomus fasciculatum* PRODUCIDA EN VIVERO

Laura Elena Martínez Nevárez<sup>1</sup>, Homero Sarmiento López<sup>2\*</sup>, José Ángel Prieto Ruíz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Valle del Guadiana. Carretera Durango - México km 22.5 Durango, Durango México. <sup>2</sup>Campo Experimental Valle del Guadiana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. \*[sarmiento.homero@inifap.gob.mx](mailto:sarmiento.homero@inifap.gob.mx) Carretera Durango-El Mezquital Km. 4.5 Durango Dgo., México. <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Forestales Universidad Juárez del Estado de Durango. Río Papaloapan y Blvd. Durango S/N Col. Valle del Sur. Durango, Dgo., México

### INTRODUCCIÓN

Para lograr que las reforestaciones prosperen, es necesario desarrollar en forma apropiada las actividades más importantes en el proceso técnico, tales como: selección, recolecta y manejo de germoplasma, producción de planta, así como el transporte y establecimiento de la planta en los sitios de plantación (Prieto *et al.*, 2012). Pero a pesar de los esfuerzos realizados, en ocasiones no se tiene el éxito deseado en las reforestaciones por efecto del bajo porcentaje de sobrevivencia, que según Mejía *et al.*, (2012) se atribuye principalmente al uso de plantas de calidad inadecuada producida en los viveros forestales. La micorriza (hongos del suelo-raíz de una planta) es la asociación mutualista más importante que ocurre en los bosques. Esta relación estrecha juega un papel importante y su estudio ha demostrado la importancia que tiene sobre la fisiología de la planta ya que influye en su supervivencia, desarrollo de la raíz, captación de nutrientes, descomposición del mantillo y protección contra enfermedades. Además, contribuye a aumentar la productividad (Pampolina *et al.*, 2002).

La micorriza arbuscular (MA) es la asociación simbiótica más común que se establece con raíces de muchas plantas. Los hongos MA son biotrofos obligados y para su desarrollo requieren un hospedero que les proporcione compuestos de carbono producto de la fotosíntesis para cumplir con sus requerimientos energéticos (Gárate y Bonilla, 2000). Por eso, el desarrollo inicial de la planta es importante porque confiere ventajas adaptativas (Hernández-Cuevas *et al.*, 2011).

El objetivo fue evaluar el efecto de trece tratamientos, a base de micorrizas del género *Glomus* sobre las variables morfológicas de calidad de planta de *Pinus engelmannii* en vivero.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció el día 2 de mayo del 2013 en el vivero forestal del Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP. Se siguieron los pasos recomendados por Prieto *et al.*, (2009) y Prieto *et al.*, (2012) para la producción de planta del género *Pinus*. Para la inoculación de las cepas comerciales de *Glomus* spp. se utilizó el producto comercial Bio

Bravo®. Para el cumplimiento de los objetivos se probaron dos presentaciones de la micorriza (sólida y líquida), en aplicación al sustrato y en riego en tres dosis (alta, media y baja). Los tratamientos consistieron en: 1) Presentación sólida en sustrato 1000 g m<sup>-3</sup>, 2) Presentación sólida en sustrato 700 g m<sup>-3</sup>, 3) Presentación sólida en sustrato 400 g m<sup>-3</sup>, 4) Presentación sólida en riegos 1000 g m<sup>-3</sup>, 5) Presentación sólida en riegos 700 g m<sup>-3</sup>, 6) Presentación sólida en riegos 400 g m<sup>-3</sup>, 7) Presentación líquida en sustrato 800 mL m<sup>-3</sup>, 8) Presentación líquida en sustrato 500 mL m<sup>-3</sup>, 9) Presentación líquida en sustrato 200 mL m<sup>-3</sup>, 10) Presentación líquida en riegos 800 mL m<sup>-3</sup>, 11) Presentación líquida en sustrato 500 mL m<sup>-3</sup>, 12) Presentación líquida en sustrato 200 mL m<sup>-3</sup>, y 15) Testigo (sin micorriza).

La semilla previamente desinfectada se sembró de forma manual en contenedores de 77 cavidades con volumen por cavidad de 162 mL conteniendo una mezcla de sustrato compuesta por 60% de turba o peat moss y 40% de corteza compostada. En el caso de los tratamientos inoculados en sustrato se incorporó al sustrato al momento de su mezcla. Una vez que se detectó el desarrollo de raíces secundarias se aplicaron los tratamientos que consistían en aplicación en riego. Se realizaron las prácticas culturales recomendadas para producir planta forestal en clima templado frío. El diseño experimental utilizado se planteó como completamente al azar con 4 repeticiones donde cada repetición consistió en un contenedor.

La evaluación de los parámetros morfológicos de calidad de planta se realizó 194 días después de la siembra. Se extrajeron cuatro plantas al azar de cada contenedor y se lavó el sistema radicular para eliminar el sustrato. Se midió el diámetro en mm, la altura en cm, biomasa verde de la parte aérea, biomasa verde de la raíz, biomasa seca de la parte aérea y de la raíz. Después las plantas evaluadas se colocaron en bolsas de papel de estraza y se colocaron dentro de una estufa de secado a una temperatura de 70° durante 72 horas para determinar la biomasa seca. Con estos parámetros se obtuvieron además el índice de robustez y el índice de calidad de Dickson. Para todas las variables se realizó un análisis de varianza y en las variables donde se detectaron diferencias significativas se realizó una prueba de comparación de medias mediante la prueba de Duncan  $p=0.05$ . En la variable biomasa seca de la raíz se realizó una transformación Logaritmo natural para corregir desviaciones en la homogeneidad de varianzas.

Para determinar el Índice de calidad de Dickson (ICD) se utilizó la fórmula:

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$$

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS® 9.2 y para las gráficas el SIGMAPLOT® 10.0.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el diámetro se obtuvieron valores promedio de 3.87 mm, altura 12.86 cm, 1.17g de biomasa seca aérea, 0 el Índice de calidad de Dickson alrededor del 0.26 y el índice de robustez alrededor de 3.35. No se detectaron diferencias en las variable diámetro, altura, índice de robustez, índice de calidad de Dickson ni en la producción de biomasa aérea (Cuadro1).

Estos resultados contrastan con los obtenidos por Montes-Rivera *et al.*, (2001) donde probaron *Glomus intraradices* de la marca BuRize® en *Pinus engelmannii* obteniendo diferencias entre los tratamientos inoculados y el testigo. Este resultado se puede atribuir a diferencias en la etapa de crecimiento de la planta en la que se realizó la evaluación.

Cuadro 1. Indicadores morfológicos obtenidos en el análisis de calidad de planta.

Tratamiento	Diámetro	Índice de robustez	Biomasa seca aérea	Índice de Calidad de Dickson	Biomasa seca raíz
1 Sólido-sustrato-dosis alta	3.58±0.13a	3.50±0.14a	1.13±0.06a	0.26±0.02a	0.46±0.04a
2 Sólido -sustrato-dosis media	3.77±0.14a	3.54±0.14a	1.24±0.10a	0.28±0.03a	0.48±0.04a
3 Sólido -sustrato-dosis baja	3.94±0.20a	3.20±0.20a	1.45±0.17a	0.25±0.03a	0.49±0.06a
4 Sólido -riego-dosis alta	4.16±0.19a	3.21±0.21a	1.27±0.07a	0.29±0.03a	0.43±0.04ab
5 Sólido -riego-dosis media	3.89±0.22a	3.21±0.12a	1.21±0.11a	0.29±0.03a	0.49±0.04a
6 Sólido -riego-dosis baja	3.66±0.18a	3.37±0.19a	1.03±0.10a	0.22±0.02a	0.33±0.03b
7 Líquido-sustrato-dosis alta	3.86±0.19a	3.38±0.20a	1.11±0.06a	0.28±0.03a	0.46±0.04a
8 Líquido-sustrato-dosis media	3.53±0.15a	3.69±0.20a	0.97±0.07a	0.19±0.02a	0.32±0.03b
9 Líquido -sustrato-dosis baja	4.06±0.18a	3.34±0.16a	1.22±0.09a	0.26±0.01a	0.47±0.03a
10 Líquido -riego-dosis alta	4.17±0.20a	2.89±0.09a	1.18±0.09a	0.29±0.03a	0.45±0.04ab
11 Líquido -riego-dosis media	3.95±0.19a	3.24±0.19a	1.08±0.07a	0.26±0.02a	0.43±0.04ab

12 Líquido - riego-dosis baja	3.82±0.17a	3.55±0.18a	1.14±0.07a	0.25±0.02a	0.44±0.03a
13 Testigo	3.96±0.18a	3.37±0.16a	1.21±0.09a	0.27±0.03a	0.43±0.04a

Cifras con la misma letra son estadísticamente iguales. (Duncan, P=0.05)

La única variable que mostro diferencias significativas fue la producción de biomasa seca de la raíz donde los mejores tratamientos resultaron superiores la aplicación de la presentación solida al sustrato en las tres dosis y en forma líquida al sustrato también en sus tres dosis y se obtuvieron promedios de 0.47 g. (Cuadro1; Figura 1). Por su parte García-Rodríguez *et al.*, (2013) en planta de 10 meses encontraron diferencias significativas para la variable ICD, sugiriendo también que el mejor tratamiento resultó una aplicación de la micorriza al sustrato. Prieto *et al.*, (2009) menciona que la producción de biomasa refleja el desarrollo que logró alcanzar la planta durante su etapa de vivero y se relaciona con la sobrevivencia y su crecimiento en campo. Como es de esperar cuando hay inoculación la micorriza se establece en la raíz y esto hace que incremente el peso seco (Hernández y Salas, 2009).

**Producción de biomasa seca de la raíz**

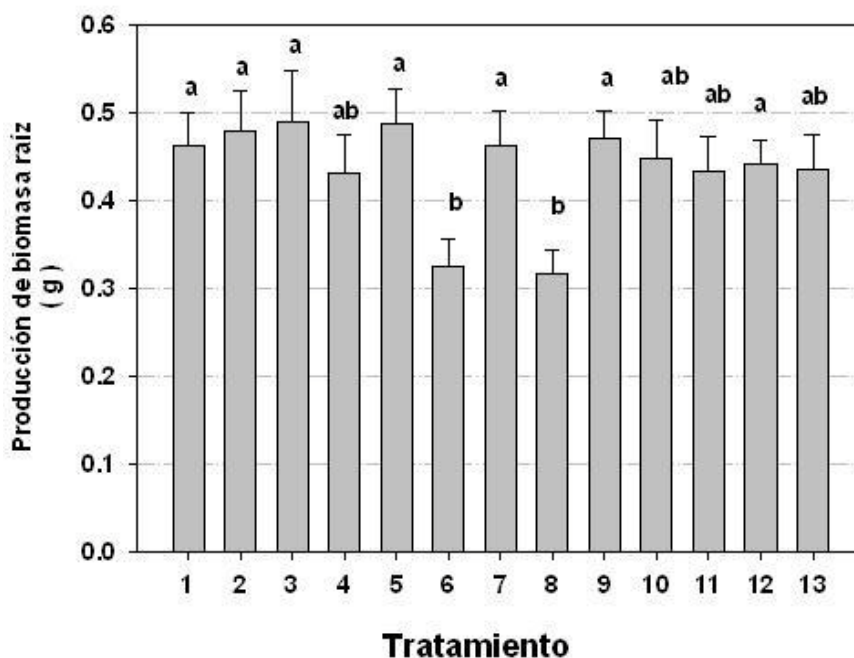


Figura 1.- Producción de biomasa seca de la raíz

Como menciona Fundora *et al.*, (2008), la ventaja de la asociación micorrízica ayuda a las plantas a tolerar en cierta medida el déficit hídrico y, por tanto, a superar situaciones desfavorables, por sus efectos sobre la relación agua-planta; aunque siempre hay que tener en

cuenta la especificidad de las cepas en relación con el tipo de suelo, cultivo y al estrés a que se expongan las plantas.

### CONCLUSIONES

La aplicación de *Glomus* spp. cepa comercial en la producción de *Pinus engelmannii* produjo un ligero incremento en la producción de biomasa de la raíz y el mejor resultado obtenido fue la aplicación al sustrato con la presentación líquida y con la presentación sólida, sugiriendo que si hubo un establecimiento de simbiosis .

### BIBLIOGRAFÍA

- Fundora, L. R.; Rodríguez Y.; Mena A., González, P. J.; Rodríguez, P.; González-Peña, D. 2008. Estabilidad de la eficiencia de la cepa *Glomus mosseae* en la respuesta del tomate a condiciones de estrés hídrico fuera de su periodo óptimo cultivos tropicales, 29 (4): 47-53.
- Gárate, A. y Bonilla, I. 2000. Nutrición mineral y producción vegetal. *In*: Fundamentos de Fisiología Vegetal. Coordinado por Azcón-Bieto, J. y M. Talón. Editorial MacGraw Hill Interamericana. España. pp:113-130.
- García-Rodríguez, J.L.; Prieto R., J.A.; Trujillo V.,J.; Madrid A., R.E. 2013. Efecto de la aplicación de hongos micorrízicos en la producción de *Pinus engelmannii* en vivero. *In*: VIII Reunión Nacional de Innovación Forestal.
- Hernández, W. y Salas, E. La inoculación con *Glomus fasciculatum* en el crecimiento de cuatro especies forestales en vivero y campo. 2009. *Agronomía Costarricense* 33(1): 17-30.
- Hernández-C. L.; Guerra-De la C., V.; Santiago-M., G. y Cuatlal, C. P. 2011. Propagación y micorrización de plantas nativas con potencial para restauración de suelos. *Rev. Mex. Cien. For.* 2 (7): 87-96.
- Mejía B., J. M.; J. L. García R.; J. C. Monárrez G., 2012. Manual para la recolección y beneficio de hongos silvestres ectomicorrízicos en Durango. Folleto Técnico Núm. 51. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, México. 44 p.
- Montes-Rivera, G.; Solís-González S. y Quintos-Escalante, M. 2001. Efecto del inoculante comercial burize (*Glomus intraradices*) sobre el desarrollo de *Pinus engelmannii* Carr. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(2): 123-126.
- Pampolina, N.M.; Dell, B. and Malajczuck, N. 2002. Dynamics of ectomycorrhizal fungi in an *Eucalyptus globulus* plantation: effect of phosphorus fertilitation. *For. Ecol. Manage.* 158:291-304.
- Prieto R., J. A.; J. L. García R.; J. C. Monárrez G.; R. E. Madrid A., 2012. Producción de planta del género *Pinus*. Folleto Técnico Núm. 50. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, México. 44 p.
- Prieto R., J. A.; J. L. García R.; J. M., Mejía B.; S., Huchín A; J. L. Aguilar V., 2009. Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. *Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, México. 48 p.*

## POBLACIONES Y DAÑOS DEL GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ EN HUERTAS DE NOGAL CON DIFERENTE MANEJO DE PLAGAS

Urbano Nava-Camberos<sup>1</sup> y Verónica Ávila-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango. [nava\\_cu@hotmail.com](mailto:nava_cu@hotmail.com).

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio, Dgo. [vavilar@gmail.com](mailto:vavilar@gmail.com).

### INTRODUCCIÓN

Uno de los factores limitantes de la productividad del nogal en la Comarca Lagunera lo constituyen las plagas. Las plagas primarias del nogal en la Comarca Lagunera son el gusano barrenador de la nuez (GBN), *Acrobasis nuxvorella*, el gusano barrenador del ruezno (GBR), *Cydia caryana*, y el complejo de pulgones formado por el pulgón amarillo *Monelliopsis pecanis*, el pulgón amarillo de márgenes negros, *Monellia caryella*, y el pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae*. Otras plagas de importancia secundaria son el barrenador del tronco, *Euplatypus segnis*, el complejo de chinches, *Brochymena spp.*, *Nezara viridula*, *Chlorochroa ligata* y *Leptoglossus zonatus*, el gusano telarañero, *Hyphantria cunea*, el salivazo *Clastoptera achatina* y el minador de aretes, *Coptodisca* sp. El GBN, GBR y el complejo de pulgones son las plagas principales y las más ampliamente distribuidas en las diferentes regiones nogaleras de México. El norte de Coahuila (Zaragoza-Allende) y La Laguna son las regiones con mayor problemática de plagas; mientras que la Costa de Hermosillo y el Valle del Yaqui son las regiones con un complejo de plagas menos numeroso (Aguilar 2007, Nava y Ramírez, 2002). Los objetivos del presente estudio fueron determinar los niveles poblacionales y daños del GBN en huertas de nogal con diferente manejo de plagas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en las siguientes huertas de nogal de la Comarca Lagunera: FAZ-UJED, ej. Venecia y Pfr. Ortiz, ej. Jiménez, mpio. de Gómez Palacio, Durango, las cuales se encuentran en proceso de producción orgánica de nuez; huerta El Refugio, Gómez Palacio, Durango con manejo biorracional de plagas; así como las huertas con manejo convencional de Hormiguero, mpio. de Matamoros, San Ramiro y Las Mercedes, mpio. de San Pedro, Coahuila (Cuadro 1). Se realizaron monitoreos de las palomillas del GBN con trampas de feromonas y muestreos de racimos dañados. En cada huerta se colocaron de cuatro a 10 trampas tipo delta (Pherocon III D, Trece, Inc., Adair, OK 74330) con atrayente a base de la feromona sexual del GBN (Pherocon CAP, PNC/M). Las trampas se instalaron del 8 al 10 de abril del 2014 y las trampas dañadas y feromonas se reemplazaron a los 30 a 45 días. Las trampas se revisaron

diariamente o tres veces por semana hasta la fecha de primeras capturas de palomillas del GBN (fines de abril) y posteriormente la revisión fue de una a dos veces por semana, con el propósito de registrar las palomillas capturadas. Adicionalmente, en cada huerta se inspeccionaron de 100 a 600 racimos en la primera (1 a 31 de mayo), segunda (15 de junio a 15 de julio) y tercera (1-17 de agosto) generación del GBN para registrar los porcentajes de racimos dañados. También se llevó un registro del manejo de plagas en cada huerta.

Cuadro 1. Características y manejo agronómico de las huertas de nogal bajo estudio, Comarca Lagunera, 2014.

Huerta	Variedades	Tipo de manejo	Aplicaciones vs. GBN		Liberaciones de ins. benéficos
			Número	Productos	
Hormiguero	Western, Wichita	Convencional:	0.25	Proclaim	Tricograma Crisopas
San Ramiro	Western, Wichita, Cheyenne, Shoshoni	Convencional	1	Intrepid	Ninguno
Mercedes	Western, Wichita	Convencional	2	Intrepid	Tricograma Crisopas
El Refugio	Wichita, Western	Biorracional	0	---	Tricograma Crisopas
FAZ-UJED	Western, Wichita	Orgánico	0	---	Crisopas
Pfr. Ortiz	Wichita, Western	Orgánico	1	Bt + Neem	Ninguno

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Poblaciones de palomillas del GBN en trampas con feromonas. Las primeras capturas de palomillas del GBN tuvieron lugar el 12 de abril en las huertas El Refugio y San Ramiro, el 13 de abril en las huertas FAZ-UJED y Pfr. Ortiz, el 14 de abril en la huerta Las Mercedes y el 17 de abril en la huerta Hormiguero (Cuadro 2). Lo anterior indica que las primeras capturas en el 2014 se adelantaron de 10 a 14 días con respecto a las del 2013, las cuales ocurrieron del 22 de abril al 1 de mayo. Los primeros huevecillos, 25-50% de oviposición y primeros daños a las nueces por las larvas del GBN ocurren a los 7, 10 y 14 días de la fecha de primeras capturas de palomillas (Harris, 2000), lo que determina el inicio de las liberaciones de tricogramas, el muestreo de racimos y el momento oportuno de aplicaciones de insecticidas, respectivamente

(Nava y Ramírez, 2002). Por ejemplo, en la huerta San Ramiro, donde las primera capturas se observaron el 12 de abril del 2014, las primeras liberaciones de tricogramas, el muestreo de racimos y la aplicación de insecticidas contra el GBN se programaron el 19, 22 y 26 de abril del 2014, respectivamente. La dinámica poblacional del GBN en trampas con feromonas en las tres huertas con manejo convencional (Hormiguero, San Ramiro y Las Mercedes) fue similar, observándose dos picos poblacionales de palomillas bien definidos, el primero del 22 al 25 de abril, correspondiendo a la generación hibernante del GBN, y el segundo del 9 al 13 de junio, el cual corresponde a la primera generación de adultos. Por el contrario, en las huertas con manejo biorracional (El Refugio) u orgánico (FAZ-UJED y Pfr. Ortiz) no se observan claramente los picos poblacionales (Figuras 1-3). Las poblaciones del GBN variaron significativamente entre huertas. Las poblaciones de adultos del GBN fueron más bajas en las huertas con manejo orgánico, en comparación con las huertas con manejo biorracional o convencional (Cuadro 2).

Porcentajes de racimos dañados por el GBN. Los niveles de daño en racimos de nueces por el GBN variaron grandemente entre huertas. Los daños a racimos por el GBN fueron mayores en las huertas con manejo convencional en comparación con las huertas con manejo biorracional u orgánico. En general, al incrementarse las poblaciones de adultos en las huertas se observó una tendencia a presentar mayores daños en los racimos de nueces. Al respecto, Tarango y González (2007) reportaron una buena relación entre las palomillas totales de GBN capturadas por trampa durante abril y mayo y los porcentajes de racimos dañados a principios de junio del 2006 en huertas del centro-sur de Chihuahua. En la huerta Hormiguero, donde el manejo del GBN fue deficiente, ya que no se aplicó contra las larvas de la primera generación y sólo se aplicó parcialmente contra la segunda generación, las poblaciones y daños fueron altos. Por el contrario, en las huertas San Ramiro y Las Mercedes con un manejo adecuado del GBN, los daños fueron menores, a pesar de las altas poblaciones de adultos. Es interesante indicar que en la huerta El Refugio, donde se realizaron de tres a cuatro liberaciones de crisopas y tricogramas, los daños fueron mínimos a pesar de que las poblaciones de adultos fueron intermedias (Cuadro 3).



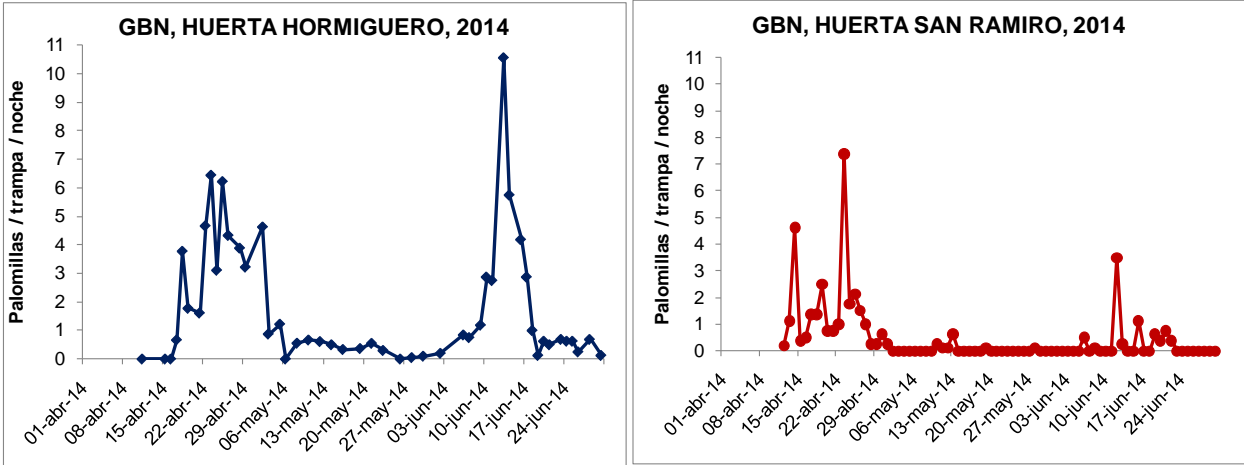


Figura 1. Fluctuación poblacional de palomillas del GBN en las huertas de nogal Hormiguero y San Ramiro, con manejo convencional de insecticidas, Comarca Lagunera, 2014.

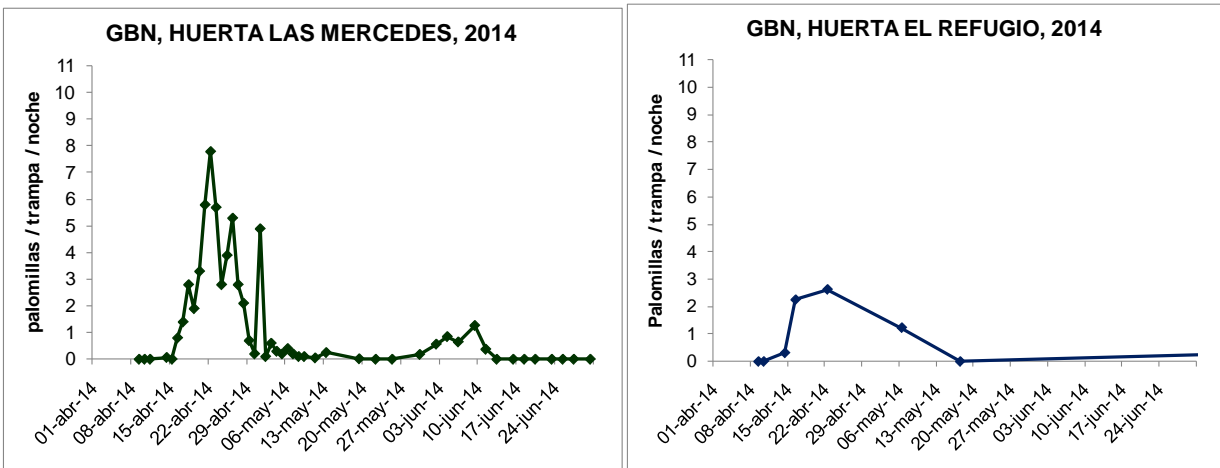


Figura 2. Fluctuación poblacional de palomillas del GBN en las huertas de nogal Mercedes y El Refugio, con manejo convencional y biorracional de insecticidas, respectivamente, Comarca Lagunera, 2014.

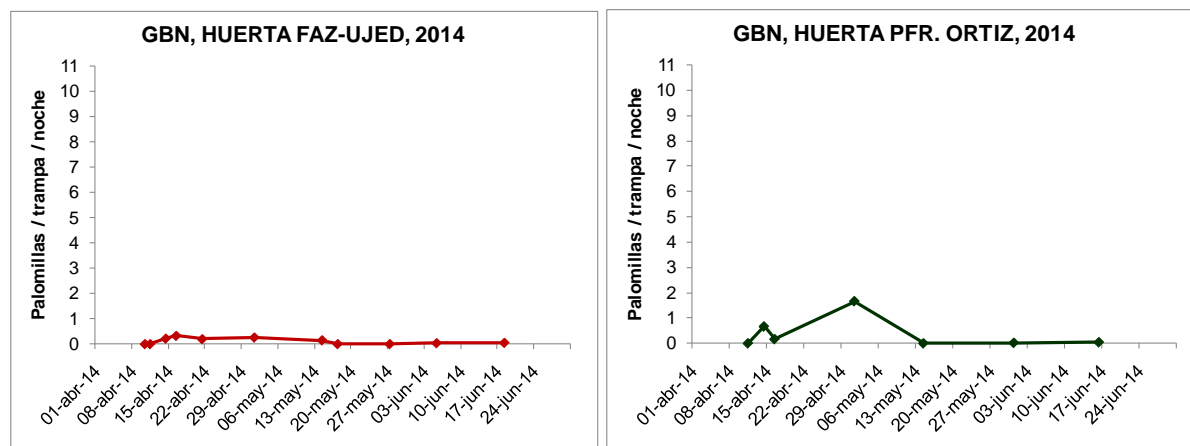


Figura 3. Fluctuación poblacional de palomillas del GBN en las huertas de nogal FAZ-UJED y Pfr. Ortiz, con manejo orgánico, Comarca Lagunera, 2014.

Cuadro 2. Períodos de captura, fechas de primeras capturas y promedios de adultos de GBN capturados por trampa en huertas de nogal, Comarca Lagunera, 2014.

Huerta	Período de captura	Días de captura	Primeras capturas	Promedio de adultos por trampa	
				Todo el período	Por noche
Hormiguero	11 abr-30 jun	80	17 abril	107.9	1.32
San Ramiro	12 abr-30 jun	79	12 abril	39.3	0.47
Las Mercedes	9 abr-11 jun	63	14 abril	66.0	1.00
El Refugio	9 abr-8 jul	90	12 abril	53.2	0.59
FAZ-UJED	10 abr-7 jul	88	13 abril	8.0	0.11
Pfr. Ortiz	11 abr-16 jun	66	13 abril	28.3	0.43

Cuadro 3. Porcentajes de racimos dañados por el GBN en huertas de nogal con diferente manejo de plagas, Comarca Lagunera, 2014.

Huerta	1ª Generación	2ª Generación	3ª Generación
	(1-31 mayo)	(15 jun-15 jul)	(1-17 ago)
Hormiguero	12.0	11.0	19.0
San Ramiro	10.7	7.0	7.4
Las Mercedes	4.7	6.8	4.0

---

---

El Refugio	1.3	2.0	1.0
FAZ-UJED	3.0	2.0	4.0
Pfr. Ortiz	0	0	0

---

### **CONCLUSIONES**

Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente: las poblaciones de adultos y daños a racimos de nueces por el GBN variaron significativamente entre huertas de nogal, lo cual se debió fundamentalmente a diferencias en el manejo de plagas. Las huertas con manejo orgánico o biorracional presentaron menores poblaciones y daños del GBN que las huertas con manejo convencional. En las huertas convencionales con un manejo adecuado del GBN los daños fueron bajos, a pesar de presentar altas poblaciones de adultos.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos la colaboración y gran disposición de los encargados y propietarios de las huertas nogaleras consideradas en este estudio.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilar P., H. 2007. Principales plagas del nogal en el estado de Coahuila. Publicación especial No. 14. SEZAR, CIRNE, INIFAP. Zaragoza, Coah. 35 p.
- Harris, M. K. 2000. La Feromona del Gusano Barrenador de la Nuez en el MIP del Nogal. Memorias del 8º. Simp. Internal Nogalero, Nogattec 2000. pp. 25-33.
- Nava C., U. y M. Ramírez D. 2002. Manejo integrado de plagas del nogal. In: Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Arreola A. J. y I. Reyes J. (eds.). Libro Técnico No. 3. Campo Experimental La Laguna, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. pp. 145-176.
- Tarango R., H. y A. González H. 2007. Fenología, muestreo y control del barrenador de la nuez en Chihuahua. Folleto Técnico No. 26. CEDEL, CIRNOC, INIFAP. Delicias, Chih. 38 p

## NIVELES DE INFESTACIÓN DEL SALIVAZO, *Clastoptera achatina* GERMAR (HEMIPTERA: CLASTOPTERIDAE), EN HUERTAS DE NOGAL DE LA COMARCA LAGUNERA

Verónica Ávila-Rodríguez<sup>1</sup>, Urbano Nava-Camberos<sup>2</sup> y Emigdio Morales-Olais

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas, UJED, Gómez Palacio, Dgo. [yavilar@gmail.com](mailto:yavilar@gmail.com).

<sup>2</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ), UJED, Ej. Venecia, Durango. [nava\\_cu@hotmail.com](mailto:nava_cu@hotmail.com).

### INTRODUCCIÓN

Uno de los factores limitantes de la productividad del nogal en la Comarca Lagunera lo constituyen las plagas. Las plagas primarias del nogal en la Comarca Lagunera son el gusano barrenador de la nuez (GBN), *Acrobasis nuxvorella*, el gusano barrenador del ruezno (GBR), *Cydia caryana*, y el complejo de pulgones formado por el pulgón amarillo *Monelliopsis pecanis*, el pulgón amarillo de márgenes negros, *Monellia caryella*, y el pulgón negro, *Melanocallis caryaefoliae*. Otras plagas de importancia secundaria son el barrenador del tronco, *Euplatypus segnis*, el complejo de chinches, *Brochymena* spp., *Nezara viridula*, *Chlorochroa ligata* y *Leptoglossus zonatus*, el gusano telarañero, *Hyphantria cunea*, el salivazo *Clastoptera achatina* y el minador de aretes, *Coptodisca* sp. El GBN, GBR y el complejo de pulgones son las plagas principales y las más ampliamente distribuidas en las diferentes regiones nogaleras de México. El norte de Coahuila (Zaragoza-Allende) y La Laguna son las regiones con mayor problemática de plagas; mientras que la Costa de Hermosillo y el Valle del Yaqui son las regiones con un complejo de plagas menos numeroso (Aguilar 2007; Nava y Ramírez 2002). Los objetivos del presente estudio fueron determinar y comparar los niveles de infestación del salivazo durante los ciclos agrícolas 2007 y 2014 en huertas de nogal de la Comarca Lagunera con diferente manejo de plagas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en siete huertas de nogal de la Comarca Lagunera, durante el 2007 y 2014. Las huertas muestreadas durante el ciclo agrícola 2007 fueron Hormiguero, Las Mercedes, Lácteos Florida, Las Vegas, El Chupón, San Carlos y La Esperanza. Las huertas muestreadas durante el ciclo agrícola 2014 fueron Hormiguero, San Ramiro, Las Mercedes, El Fontanal, FAZ-UJED, Pfr. Ortiz y El Refugio (Cuadro 1). Durante el 2007, en cada huerta se revisaron 300 brotes, tomando al azar 10 brotes por árbol (30 árboles); mientras que en el 2014 se inspeccionaron de 100 a 200 brotes fructíferos (10 brotes por árbol en un total de 10 a 20 árboles), registrando el número de brotes con presencia de "salivazos" frescos. Adicionalmente,

se tomaron fotos de los insectos y sus daños; así como de las fechas de ocurrencia en las huertas de nogal.

Cuadro 1. Características y manejo agronómico de las huertas de nogal bajo estudio, Comarca Lagunera, 2014.

Huerta	Variedades	Tipo de manejo	No. aplicaciones y productos Salivazo	Otras plagas	Liberaciones de ins. benéficos
Hormiguero	Western, Wichita	Convencional	ninguna	0.25 Proclaim	Tricograma Crisopas
San Ramiro	Western, Wichita, Cheyenne, Shoshoni	Convencional	3 Endosulfán, Malathion	2 Intrepid	ninguna
Mercedes	Western, Wichita	Convencional	ninguna	3 Intrepid	Tricograma Crisopas
Fontanal	Western, Wichita	Convencional	ninguna	3 Clorver	ninguna
El Refugio	Wichita, Western	Biorracional	ninguna	1 Intrepid	Tricograma Crisopas
FAZ-UJED	Western, Wichita	Orgánico	ninguna	Ninguna	Crisopas
Pfr. Ortiz	Wichita, Western	Orgánico	ninguna	2 Bt, Neem	ninguna

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción del salivazo y observaciones de su incidencia durante el 2014. Este insecto posee metamorfosis incompleta (Hemimetábolo), por lo que posee los estados biológicos de huevecillo, ninfa y adulto. Los adultos son pequeños, miden en promedio 4.02 y 4.70 mm los machos y hembras, respectivamente, son de color café pálido y parecen pequeñas ranas. Los huevecillos miden 1.5 mm de largo, son aplanados y blanquecinos. Las ninfas pasan por cinco instares, las del primer y quinto instares miden 0.87 y 2.82 mm, respectivamente, son de color cremoso y se encuentran cubiertas por una sustancia acuosa de color blanco que parece saliva. Las ninfas secretan esta masa de “saliva” para crear un microambiente de alta humedad relativa requerido para su desarrollo y probablemente para brindarles protección de sus enemigos naturales. El insecto presenta una generación invernante y dos generaciones más durante el ciclo del cultivo. El salivazo inverte como huevecillo en la corteza de ramas pequeñas, usualmente de 1.25 cm o menos. Los huevecillos de origen hibernante eclosionan poco después de la brotación del nogal (Teddars 1995; Hall *et al.*, 2009). Durante el presente año (2014), las primeras masas de “salivazo” (ninfas pequeñas hibernantes) se observaron alrededor del 24 de marzo y los adultos hibernantes, así como sus daños se detectaron el 29 de

mayo en la huerta Las Mercedes, mpio. de San Pedro, Coahuila (Figura 1). Los períodos de desarrollo de huevecillo, ninfa y huevo-adulto del salivazo son 18.9, 29.9 y 48.0 días, respectivamente; mientras que la longevidad de los adultos machos y hembras es de 10.4 y 8.7 días, respectivamente (Teddars 1995). Las ninfas se alimentan del xilema de los brotes y altas poblaciones (arriba del 15% de brotes fructíferos infestados) pueden causar necrosis del sistema vascular y muerte de brotes, caída prematura de nueces, y reducir el tamaño y calidad de las nueces (Teddars 1995; Hall *et al.*, 2009).



Figura 1. Adulto, ninfas y daños del salivazo observados en huertas de nogal de la Comarca Lagunera, durante el 2014.

Niveles de infestación del salivazo durante el 2007. Las infestaciones de salivazo durante el 2007 variaron grandemente entre localidades (huertas). Durante este ciclo agrícola cinco huertas (71.4%) estuvieron infestadas por la plaga. La variedad Western presentó mayores niveles de infestación que la variedad Wichita. Las mayores infestaciones ocurrieron durante la primera quincena de abril y posteriormente éstas disminuyeron notablemente, permaneciendo bajas hasta el último muestreo realizado el 4 de julio (Figuras 2 y 3).

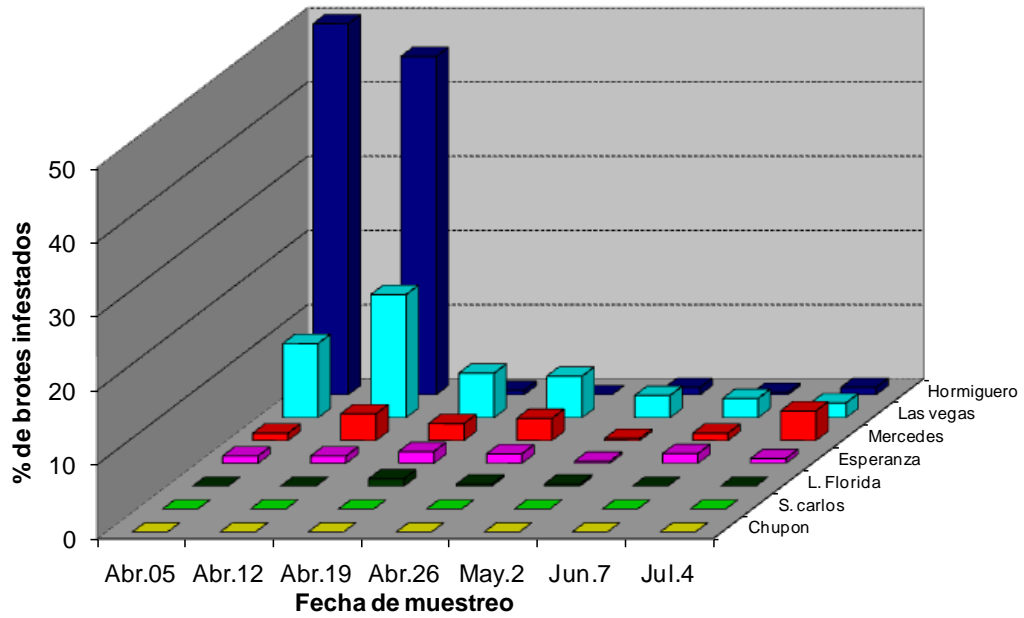


Figura 2. Niveles de infestación del salivazo en huertas de nogal, variedad Western, Comarca Lagunera, 2007.

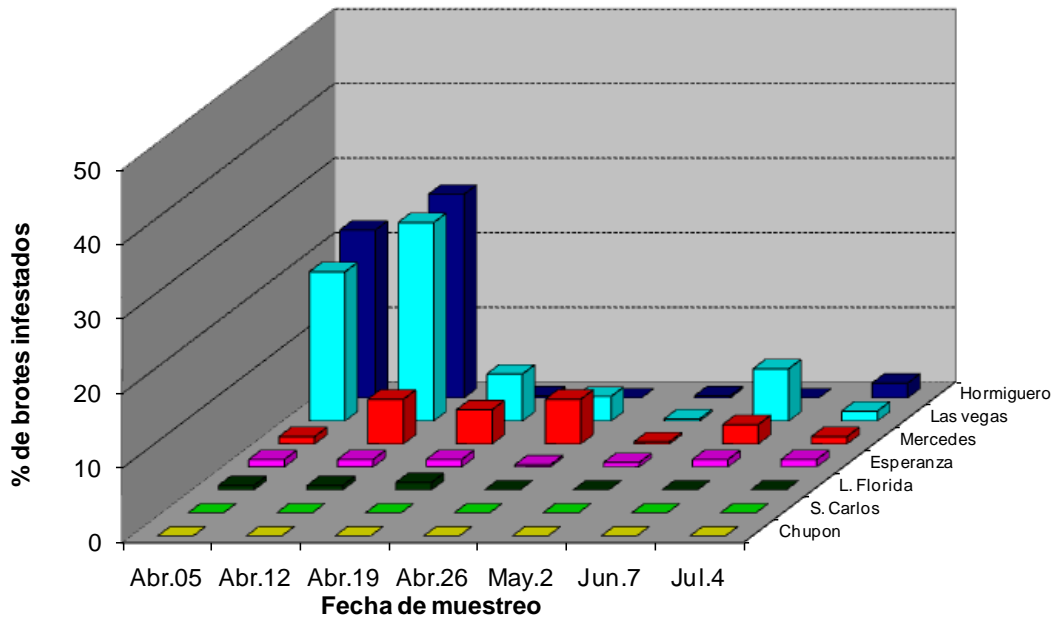


Figura 3. Niveles de infestación del salivazo en huertas de nogal, variedad Wichita, Comarca Lagunera, 2007.

Niveles de infestación del salivazo durante el 2014. De manera similar a lo observado durante el 2007, las infestaciones de salivazo durante el 2014 variaron grandemente entre huertas

nogaleras. Durante este ciclo agrícola todas las huertas estuvieron infestadas por la plaga. Se observaron altas infestaciones durante los muestreos realizados en junio en las huertas San Ramiro y Las Mercedes, lo cual difiere de lo observado en junio del 2007, ya que en este ciclo agrícola las infestaciones de la plaga fueron nulas o muy bajas. En el muestreo realizado en julio las infestaciones fueron nulas o bajas en las diferentes huertas monitoreadas. En agosto las infestaciones se incrementaron notablemente en la mayoría de las huertas, con excepción de la huerta Las Mercedes, donde la infestación de la plaga permaneció baja. Las huertas San Ramiro y Fontanal con mayor uso de insecticidas sintéticos, como endosulfán, malatión y clorpirifos (Clorver) y sin liberaciones de insectos benéficos, presentaron mayores infestaciones de la plaga en agosto. En el caso de la huerta San Ramiro, sus altas infestaciones del insecto pudieran también estar relacionadas con el riego por aspersión, el cual crea una condición de alta humedad relativa en la huerta (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentajes de brotes infestados por salivazo en huertas de nogal, Comarca Lagunera, 2014.

Huerta	Fechas de muestreo			
	1-15 junio	16-30 junio	1-15 julio	1-15 agosto
San Ramiro	68-82	44.0	3.5	30.3
Las Mercedes	15-20	2.0	5.0	1.0
Hormiguero	1.0	---	3.0	10.0
Fontanal	---	---	0	32.0
El Refugio	---	---	4.0	7.0
FAZ-UJED	---	---	1.0	9.0
Pfr. Ortiz	---	---	4.0	8.0

### CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente: todas las huertas monitoreadas en el 2014 se encuentran infestadas por el salivazo; mientras que en el 2007 el 71.4% estaban infestadas por la plaga. Se observó una gran variación en los niveles de



infestación del salivazo, debido a diferencias en el manejo de plagas y en el manejo agronómico en general de las huertas. La variedad Western presentó mayores infestaciones que la variedad Wichita. Las huertas con manejo orgánico o biorracional tienden a presentar menores infestaciones del salivazo que las huertas con manejo convencional y elevado uso de insecticidas.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos la colaboración y gran disposición de los encargados y propietarios de las huertas nogaleras consideradas en este estudio.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilar P., H. 2007. Principales plagas del nogal en el estado de Coahuila. Publicación especial No. 14. SEZAR, CIRNE, INIFAP. Zaragoza, Coah. 35 p.
- Hall, M. J., D. K. Ring y D. K. Pollet. 2009. Pecan spittlebug. Pub. 1886. Louisiana State University Agricultural Center. 2 p. [www.lsuagcenter.com](http://www.lsuagcenter.com).
- Nava C., U. y M. Ramírez D. 2002. Manejo integrado de plagas del nogal. In: Tecnología de Producción en Nogal Pecanero. Arreola A. J. y I. Reyes J. (eds.). Libro Técnico No. 3. Campo Experimental La Laguna, CIRNOC, INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. pp. 145-176.
- Tedders, W. L. 1995. Identity of spittlebug on pecan and life history of *Clastoptera achatina* (Homoptera: Cercopidae). J. Econ. Entomol. 88: 1641-1649.

---

---

## ENEMIGOS NATURALES DE GUSANO COGOLLERRO *SPODOPTERA FRUGIPERDA* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN DURANGO, MÉXICO

María Berenice González Maldonado, J. Natividad Gurrola Reyes y Jesús LumarReyes Muñoz

Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-IPN Unidad Durango. COFAA. Sigma No. 119. Fracc. 20 de Noviembre II. C.P. 34220. Durango, Dgo. E-mail: mbgonzalez@ipn.mx

### INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es un alimento de gran valor, desde el punto de vista alimentario, social y económico. Para el Estado de Durango, representa después del frijol el cultivo más importante, en el año agrícola 2010 se sembraron un total de 184,114.87 ha de maíz para grano, con una producción de 249,437.30 ton (SIAP, 2012). El gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), es una de las principales plagas del maíz, sorgo y pastos; ataca alrededor de 60 especies de plantas (Andrews, 1988). Esta plaga afecta económicamente al rendimiento, si la planta es atacada cuando tiene entre 40 y 60 cm de altura y una edad menor a los 29 días (Banda *et al.*, 1981).

El control de esta especie a base de insecticidas químicos ha ocasionado alteración significativa en el balance de los elementos de la naturaleza, han propiciado resistencia a estos químicos además de la eliminación de sus enemigos naturales, afectando el medio ambiente y la salud de los seres vivos (Pimentel, 1995). Actualmente, se conocen más de un millón de especies de insectos distribuidos en todo el mundo. De esta enorme cantidad, se estima que en los agroecosistemas únicamente el 3% de las especies se comporta como plaga y el 97% está integrado por fauna auxiliar, de la cual, el 35% está representado por enemigos naturales de las plagas, entre los que destacan diversas especies de insectos depredadores y parasitoides y el 62% restante lleva a cabo otras funciones importantes en el equilibrio de los ecosistemas terrestres (Clausen, 1978). En los agroecosistemas se pueden presentar enemigos naturales como parasitoides y depredadores, virus, protozoarios, hongos, nematodos y bacterias que pueden llegar a controlar de manera efectiva a la plaga, a esto se le denomina control biológico natural. Los parasitoides son a menudo los enemigos naturales más eficientes de las plagas, éstos matan a sus huéspedes para poder completar su desarrollo (Van Driesche *et al.*, 2007).

De acuerdo con Molina *et al.* (2004) *Chelonus* sp. y *Meteorus* sp., son parasitoides importantes en México que le confieren mortalidad a larvas de gusano cogollero y que requieren mayor estudio taxonómico. Al respecto, el Centro Nacional de Referencia de Control Biológico CNRCB (1999) indica que *Chelonus insularis* es la especie que más destaca en México, encontrándose

en algunas regiones del Estado de Morelos, presentando hasta un 86% de parasitismo, siguiéndole en importancia *Pristomerus spinator*, el cual oviposita solo en larvas de gusano cogollero del segundo estadio y no prospera si ésta no fue previamente parasitada por *Ch. insularis* (= *texanus*), actuando como hiperparasitoide.

En el estado de Durango no se han realizado estudios que permitan conocer la diversidad de parasitoides de gusano cogollero, por lo que el objetivo fue estimar las especies de parasitoides presentes en la región de los Valles y los niveles de parasitismo en campo causados por diferentes especies de parasitoides, en cuatro localidades productoras de maíz en el Estado.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en cuatro regiones agrícolas y 16 localidades pertenecientes a la parte central y sureste del Estado de Durango, formado por los Valles del Guadiana (Col. Minerva y Lerdo de Tejada), Pánuco de Coronado (Francisco I. Madero) y Canatlán (J. Guadalupe Aguilera). Debido a que ahí se concentra la mayor parte de la agricultura de riego y de temporal para el Estado de Durango, cultivándose aproximadamente 208,000 ha de los cultivos de maíz, frijol, avena forrajera, manzano, trigo y chile principalmente.

En las 16 localidades se hicieron visitas quincenales de junio a septiembre, donde se efectuaron colectas manuales con ayuda de pinzas entomológicas de 100 larvas de gusano cogollero/sitio de muestreo, de otras plagas y de otros enemigos naturales, en plantaciones de maíz en etapa de verticilo (cogollo), específicamente sobre aquellas plantas que presentaban en las hojas apicales signos de defoliación y restos de excrementos de la plaga, buscando a *S. frugiperda* en etapa larval (primeros estadios) y capullos con manifestación de parasitismo (algodonosos o de color café oscuro). El material fresco se depositó en envases de plástico con dieta artificial (Ashby, 1972) y fueron trasladados al laboratorio de entomología del CIIDIR-IPN Unidad Durango, para su manejo y disposición.

Para la cría del gusano cogollero, se utilizó un cuarto de cría o incubación, humedad 60%, temperatura  $25 \pm 2$  °C, fotoperiodo 14:10 H: L. Una vez que los parasitoides emergieron, fueron colocados en frascos de 50 ml con alcohol al 96%, para sumontaje con ayuda de alfileres entomológicos y su posterior identificación mediante claves taxonómicas. Para la determinación taxonómica, los insectos fueron separados a nivel de familia, especie y género usando las

claves taxonómicas de Wharton *et al.* (1997). Para los cálculos de porcentaje de parasitismo se utilizó la fórmula descrita por Bahena (2012).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron un total de 1600 larvas, se consideraron 652 larvas útiles, de las cuales 718 manifestaron parasitismo.

Se encontraron seis especies de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* de dos familias, Braconidae: *Meteorus sp.*, *Chelonus cautus*, *Chelonus insularis* y *Meteorus laphygmae*; de la familia Ichneumonidae: *Campoletis sonorensis* y *Pristomerus spinator*.

Las especies encontradas en este estudio ya han sido reportadas para varios Estados del país atacando a *S. frugiperda* (Carrillo, 1993; Molina *et al.*, 2003 y 2004; Hoballah *et al.*, 2004; Cortez *et al.*, 2010; Armenta *et al.*, 2008; Martínez *et al.* 2012; Bahena *et al.*, 2012).

*Ch. insularis* y *M. laphygmae* ya fueron reportadas anteriormente por Bahena (2008) para Durango, aunque se desconocen las zonas muestreadas, la técnica de colecta y las fechas, *C. sonorensis*, *Ch. cautus*, *P. spinator* y *Meteorus sp.*, son nuevos registros para Durango para el año 2012. Martínez *et al.* (2012) encontraron seis especies diferentes de parasitoides de *S. frugiperda*: *C. sonorensis*, *Ch. insularis*, *P. spinator*, *Architas sp.*, *Ophion flavidus* y *Ch. sonorensis*, encontrando mayor abundancia por *C. sonorensis* (proporción 51.52) en Etna, Oaxaca. Éste parasitoide también fue más abundante y de mayor distribución en San Pedro Pareo, Michoacán en un 98%. En nuestro estudio el parasitoide más abundante fue *C. sonorensis* con porcentajes hasta de un 64% en la localidad de José Guadalupe Aguilera III, Canatlán, Durango el 2 de agosto del 2012. Al igual que en Michoacán, donde las principales especies encontradas fueron: *C. sonorensis* (98%), *P. spinator* (15%), *C. marginiventris* (12.5%) y *Ch. insularis* (15%) (Bahena *et al.*, 2012).

Familia Ichneumonidae

*Campoletis sonorensis* Cameron 1886

*C. sonorensis*, mostro efecto de parasitismo en *S. frugiperda* en 10 sitios, alcanzando los más altos porcentajes de parasitismo, ya que en el sitio Aguilera III alcanzo un 64% y un 45% en Lerdo II.

*Pristomerus spinator* Fabricius 1804

*P. spinator* se localizó en 12 de 16 sitios, alcanzó su máximo porcentaje de parasitismo en los sitios Aguilera II y Lerdo I con un 10% en ambos lugares.

## Familia Braconidae

*Chelonus cautus* Cresson 1872

*Ch. cautus*, estuvo presente en 10 de 14 sitios, donde obtuvo su máximo nivel de parasitismo en Lerdo IV con un 15%.

*Chelonus insularis* Cresson 1865

*Ch. insularis*, fue el parasitoide de mayor frecuencia en el estudio, solo en el sitio Madero I no se tuvo incidencia de él (debido a la aplicación de insecticidas químicos), además de mostrar porcentajes aceptables de parasitismo ya que en el sitio Lerdo I llegó a alcanzar un 25% de parasitismo.

Esto coincide con el estudio realizado por Molina *et al.* (2004), en los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Veracruz, donde menciona además que esta especie es uno de los enemigos naturales más abundantes del estado huevo-larva de *S. frugiperda* en la costa del Pacífico y Golfo de México. En el Norte de Sinaloa fue la principal especie con 490 individuos, de 5,165 larvas de gusano cogollero colectadas (Cortez *et al.*, 2012), en Sonora la especie más importante fue *Ch. sonorensis* con un 22.8% (Cortez *et al.* 2010).

*Meteorus laphygmae* Viereck 1913

*M. laphygmae* alcanzó su máximo porcentaje de parasitismo, en el sitio Aguilera II con un 10%, además de tener presencia en siete sitios más.

*Meteorus* sp.

Este parasitoide fue el que presentó más baja frecuencia y abundancia, ya que solo se encontraron dos larvas de *S. frugiperda* parasitadas a lo largo del estudio, con la particularidad que, de las larvas que parasito emergió entre 10 y 15 avispitas de una sola larva parasitada.

La frecuencia relativa y la abundancia de parasitoides dependen de las condiciones climáticas de la región de origen, cuando hay precipitación pluvial los niveles de parasitismo en *S. frugiperda* se incrementan, con cierto rezago en el tiempo y la fluctuación del parasitismo de *S. frugiperda* con respecto a la temperatura media de la zona de estudio, a altas temperaturas el parasitismo se reduce, con respecto a la humedad relativa comparada con el parasitismo se aprecia que a menor humedad relativa menor porcentaje de parasitismo en *S. frugiperda*, tal como lo reportado para Etna, Oaxaca por Martínez-Martínez *et al.* (2012).

El patrón mostrado en este estudio, nos da la tendencia general que los porcentajes de parasitismo natural en frecuencia relativa y abundancia, fueron mayores en los primeros días del mes de agosto, donde la precipitación pluvial es más abundante en las zonas muestreadas, además de que la temperatura es la adecuada entre 27-33°C en el día, no afectando la supervivencia de los parasitoides en su estado natural.

Otros enemigos naturales que se presentaron con mayor presencia y abundancia fueron: *Orius insidiosus* Say (Hemiptera: Anthracoridae), *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae), *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Coleoptera: Coccinellidae), *Olla v-nigrum* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) y especies de la familia Sirfidae.

### CONCLUSIONES

Los parasitoides de las familias Braconidae e Ichneumonidae de *Spodoptera frugiperda* y los niveles de parasitismo reportados varían de acuerdo a las condiciones de altitud, temperatura y precipitación que prevalecen en la Región de los Valles del Estado de Durango, este estudio es una contribución al conocimiento de himenópteros parasitoides de esta plaga, lo cual sienta las bases para futuros estudios de control biológico del insecto en la región.

### BIBLIOGRAFÍA

- Andrews, K. L. 1988. Latin American research on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist. 71: 630: 653.
- Armenta, C. I., Cortez, E. M., Colín, M. M., Pérez, M. J., Bahena, F. J. 2008. Reporte preliminar de parasitoides asociados a gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith en el sur de Sonora, México. XXXI Congreso Nacional de Control Biológico. Zacatecas, Zacatecas. 80-83 pp.
- Ashby, G. 1972. The UFAW Handbook on the care and management of laboratory animals, eds. Worden, A. N. and Lane-Petter, W. The Universities Federation for Animal Welfare, London. 582-587 pp.
- Bahena, J. F. 2008. Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. INIFAP. Libro técnico No. 5. Uruapan, Michoacán. pp.174.

- Bahena, J. F. 2012. Manejo agroecológico de plagas en maíz para una agricultura de conservación en el Valle Morelia-Quérendaro, Michoacán INIFAP. Folleto técnico No. 27. Uruapan, Michoacán. 60 p.
- Banda, T. J. F., Enkerlin, S. D., De Alba, F. G., Garza, B. L. E. 1981. Importancia económica de *Heliothis zea* (Boddie) y determinación del umbral económico, distribución matemática y muestreo secuencial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) en maíz criollo. Fitófilo. 85: 101-118.
- Carrillo, S. J. L. 1993. Síntesis del control biológico de *Heliothis* spp. y *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en México. Folia Entomol. Mex. 87: 85-93.
- Cortez, M. E.; Armenta, C. I.; Bahena, J. F. 2010. Parasitoides y porcentaje de parasitismo sobre el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) en el Sur de Sonora, México. Southwestern Entomologist. 35 (2): 199-203.
- Clausen, C. P. 1978. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds. A world review. Agriculture handbook No. 480, United States Dept. of Agriculture. Washington, D.C.
- Hoballah, M. E., Degen, T. D., Bergvinson, A., Savidan, C., Turlings, T. C. J. 2004. Occurrence and direct control potential of parasitoids and predators of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on maize in the subtropical lowlands of Mexico. Agricultural and Forest Entomology. 6: 83-88.
- Martínez, M. L., Gutiérrez, L. A., Olivares, V. C., Jarquín R. L. 2012. Parasitismo natural de larvas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) en Etna, Oaxaca. XXXV Congreso Nacional de Control Biológico. Puebla, México. 7-9 de noviembre. 344-347 pp.
- Molina, O. J., Carpenter, J. E., Heinrichs, A., Foster, J. E. 2003. Parasitoids and parasites of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas and Caribbean basin: an inventory. Florida Entomologist. 86 (3): 254-289.
- Molina, O. J., Carpenter, J. E., Lezama, R. G., J. E. Foster, M. González, R. C. Ángel, S. A., Farías, J. L. 2004. Natural distribution of Hymenopteran parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Mexico. Florida Entomologist. 87 (4): 461-472.
- Pimentel, D. 1995. Amount of pesticide reaching target pests: Environmental impacts and ethics. Journal of Agricultural and Environmental Ethics. 8: 17-29.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, (SIAP). SAGARPA. 2012. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=348](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=348). Fecha de consulta: 6 de Junio del 2012.
- Van Driesche, R. G., Hoddle, M. S., Center, T. D., Cansino, E. R., Coronado, B., Álvarez, J. M. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos Naturales. U. S. D. A. Washington, D. C. 751 p.
- Wharton, R. A., Marsh, P. M., Sharkey, M. J. 1997. (eds.). Manual of the new world genera of the family braconidae (Hymenoptera). Special Publication of the International society of hymenopterists No. 1. 439 p.

## TRAMPEO DE ADULTOS DE *Circuliferspp.* EN ZACATECAS

Rodolfo Velásquez-Valle<sup>1</sup>, Luis Roberto Reveles-Torres<sup>1</sup>, José Armando Mauricio-Castillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Campo Experimental Zacatecas, INIFAP, Km. 24.5, Carr. Zacatecas – Fresnillo, Apdo. Postal # 18, CP 98500; <sup>2</sup> Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas.

### INTRODUCCIÓN

La infección por virus y fitoplasmas de plantas de chile (*Capsicumannuum*L.) en Zacatecas es uno de los principales problemas fitopatológicos que enfrenta esa hortaliza. La mayor parte de los virus identificados en las parcelas comerciales de chile en Zacatecas requieren de un vector, generalmente un insecto, para su eficiente diseminación dentro y entre parcelas. Uno de los vectores virales y de fitoplasmas más importantes es la chicharrita *Circulifertenellus*Baker cuya presencia en esta región ha sido reportada desde mediados del siglo pasado (Young y Frazier, 1954). Esta chicharrita ha sido mencionada como vector de virus, específicamente curtovirus, y de fitoplasmas a nivel mundial (Strausbaugh *et al.*, 2008; Massumiet *al.*, 2009); en Zacatecas se le reportó como vector de un curtovirus denominado *Beetmildcurly top virus* (BMCTV) que en plantas de chile origina síntomas como enanismo amarillamiento y deformaciones en el follaje (Velásquez-Valle *et al.*, 2008). Para el monitoreo de poblaciones de este insecto en cultivos como papa y zanahoria se ha recomendado el uso de trampas amarillas pegajosas y de redes entomológicas (Jensen, 2008; Drobnjakovic *et al.*, 2010). El empleo de trampas de agua (wáter pan) ha sido utilizado en diferentes estudios (Vega *et al.*, 1990; Campbell y Hanula, 2007) que abordan la abundancia y diversidad de insectos en ambientes específicos. Para el manejo de insectos vectores de virus en Zacatecas se ha recomendado el empleo de cartulinas amarillas (Velásquez *et al.*, 2002), sin embargo, es necesario optimizar su manejo y comparar su eficiencia con otros métodos de trapeo por lo que el objetivo de este trabajo consistió en determinar la eficiencia de las trampas amarillas pegajosas en comparación con trampas de agua y el uso de la red entomológica para el monitoreo de la población de adultos de *Circuliferspp.*(CT).

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las instalaciones del Campo Experimental Zacatecas (CEZAC) del INIFAP en Calera de V. R., Zacatecas entre enero y mayo de 2014. Se establecieron cuatro sitios de trapeo de CT. En estos sitios se permitió el desarrollo de maleza a fin de repetir las condiciones en las que se encuentran las parcelas comerciales de chile. En estos sitios se colocaron trampas de agua consistentes en un recipiente amarillo (33 cm de diámetro) al cual



se le agregaba cada ocho días aproximadamente una solución de agua más detergente. Además se colocaron cartulinas amarillas a las que se les impregnó una cara con pegamento para atrapar especímenes de CT; estas cartulinas se cambiaban cada ocho días. Semanalmente en cada sitio de muestreo se daban 150 golpes de red para coleccionar adultos de CT. Tanto el cambio de agua en las trampas y de cartulina amarilla como los redeos se realizaban el mismo día.

El contenido de las trampas de agua, las cartulinas y el contenido de la red en cada sitio de trampeo se trasladaba al laboratorio de fitopatología del CEZAC donde se separaba por sexo y se contaban los adultos de CT; los resultados obtenidos entre enero y mayo de 2014 se presentan agrupados por quincena.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de hembras capturadas en las trampas de agua fue siempre inferior al número de machos atrapados en las mismas trampas aunque la proporción entre sexos fue variable en los primeros meses del año; sin embargo, es notable que entre mediados de enero y mediados de marzo solamente se capturaron 13 hembras en comparación con los 93 machos atrapados en el mismo periodo. Aunque en el segundo periodo de trampeo (entre el 16 de marzo y el 15 de mayo) se elevó considerablemente el número de hembras atrapadas (67) no lograron superar al número de machos capturados (221) en ese mismo periodo. Por consiguiente la proporción sexual en este tipo de trampas favoreció siempre a los machos si bien para la segunda quincena de marzo dicha proporción fue prácticamente similar (1:1.4) (Cuadro 1). La proporción sexual en este trabajo contrasta con la reportada para CT capturados mediante redeo en manchones de maleza durante el invierno cuando la mayoría de los especímenes capturados fueron hembras (Velásquez-Valle *et al.*, 2012).

Cuadro 1. Proporción sexual de adultos de *Circulifer* spp. capturados mediante trampas de agua entre enero y mayo de 2014 en Calera de V. R., Zacatecas.

Fecha	Hembras	Machos	Proporción sexual
16 – 31 Enero	7	48	1:6.8
01 – 15 Febrero	5	29	1:5.8
16 – 28 Febrero	0	11	0:11
01 – 15 Marzo	1	5	1:5
16 – 31 Marzo	11	16	1:1.4
01 – 15 Abril	22	81	1:3.7
16 – 30 Abril	17	89	1:5.2
01 – 15 Mayo	17	35	1:2.0

Al comparar el número de adultos de CT atrapados con tres diferentes métodos de trapeo (trampas de agua, redeo y cartulinas amarillas pegajosas) se encontró que en la mayoría de los periodos acumulados de trapeo fueron las trampas de agua donde se encontraron un número mayor de adultos de CT; únicamente durante la segunda quincena de marzo los adultos de CT capturados mediante el redeo (39) superaron a los atrapados en las trampas de agua (27). Las cartulinas amarillas pegajosas resultaron con el menor número de adultos de CT atrapados durante el periodo en estudio; en seis de ocho quincenas no se registró captura de estas chicharritas con este tipo de trampas. En términos de porcentaje de captura por fecha se puede advertir que dicho valor oscila entre 40.9 y 100% para las trampas de agua; entre 0 y 59.1% para el empleo de la red entomológica y entre 0 y 6.7% para las cartulinas amarillas pegajosas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Captura de adultos de *Circuliferspp.* empleando trampas de agua, pegajosas y redeo entre enero y mayo de 2014 en Calera de V. R., Zacatecas.

Fecha	Trampa	Adultos capturados	%
16 – 31 Enero	Agua	55	98.2
	Redeo	1	1.8
	Pegajosas	0	0.0
01 – 15 Febrero	Agua	34	85.0
	Redeo	6	15.0
	Pegajosas	0	0.0
16 – 28 Febrero	Agua	11	91.6
	Redeo	1	8.3
	Pegajosas	0	0.0
01 – 15 Marzo	Agua	6	100
	Redeo	0	0.0
	Pegajosas	0	0.0
16 – 31 Marzo	Agua	27	40.9
	Redeo	39	59.1
	Pegajosas	0	0.0
01 – 15 Abril	Agua	102	68.0
	Redeo	38	25.3
	Pegajosas	10	6.7
16 – 30 Abril	Agua	106	95.5
	Redeo	3	2.7
	Pegajosas	2	1.8
01 – 15 Mayo	Agua	40	67.8
	Redeo	19	32.2
	Pegajosas	0	0.0

Para lograr una mejor comparación de la eficiencia de trapeo (ET) de adultos de CT empleando estos tres métodos de trapeo se calculó el número de adultos capturados por día resultante de dividir el número de adultos capturados entre el número de días comprendidos en

cada periodo. La ET de adultos de CT. Independientemente del sexo, resultó siempre mayor para las trampas con agua, a excepción para el periodo comprendido entre el 16 y 31 de marzo cuando la ET del redeo(2.8 adultos por día) superó a la de las trampas de agua (1.9 adultos por día). No obstante, la ET de las trampas de agua varió entre 0.4 (primera quincena de marzo) y 7.1 (segunda quincena de abril). Para el redeo, la ET osciló entre 0.01 (segunda quincena de enero) y 2.8 (segunda quincena de marzo). Por su parte, la ET de las cartulinas amarillas pegajosas osciló entre 0.0 (varias fechas) y 0.5 (primera quincena de abril) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Eficiencia de trampeo de *Circuliferspp.* empleando trampas de agua, pegajosas y redeo entre enero y mayo de 2014 en Calera, de V. R., Zacatecas.

Fecha	Trampa	Adultos capturados	Días en el periodo de trampeo	Adultos capturados / día
16 – 31 Enero	Agua	55	10	5.5
	Redeo	1		0.01
	Pegajosas	0		0.0
01 – 15 Febrero	Agua	34	15	2.3
	Redeo	6		0.4
	Pegajosas	0		0.0
16 – 28 Febrero	Agua	11	14	0.8
	Redeo	1		0.07
	Pegajosas	0		0.0
01 – 15 Marzo	Agua	6	14	0.4
	Redeo	0		0.0
	Pegajosas	0		0.0
16 – 31 Marzo	Agua	27	14	1.9
	Redeo	39		2.8
	Pegajosas	0		0.0
01 – 15 Abril	Agua	102	20	5.1
	Redeo	38		1.9
	Pegajosas	10		0.5
16 – 30 Abril	Agua	106	15	7.1
	Redeo	3		0.2
	Pegajosas	2		0.1
01 – 15 Mayo	Agua	40	14	2.8
	Redeo	19		1.3
	Pegajosas	0		0.0

### CONCLUSIONES

La eficiencia del trampeo de adultos de la chicharrita *Circuliferspp.* resultó superior en trampas de agua que la lograda con el empleo de la red entomológica y de las cartulinas amarillas pegajosas.

---

---

**BIBLIOGRAFÍA**

- Campbell, W. J. and Hanula, L. J. 2007. Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flying insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation* 11:399-408.
- Drobnjakovic, T., Peric, P., Marcic, D., Picciau, L., Alma, A., Mitrovic, J., Duduk, B., and Bertaccini, A. 2010. Leafhoppers and cixiids in phytoplasma-infected carrot fields: species composition and potential phytoplasma vectors. *Pesticides and Phytomedicine* 25:311-318.
- Jensen, A. 2008. Beetle leafhopper monitoring with yellow sticky cards. *Potato Progress Vol VIII. Washington State Potatoes*. 6 p.
- Massumi, H., Shaabani, M., Hosseini Pour, A., Heydarnejad, J., and Rahimian, H. 2009. Incidence of viruses infecting tomato and their natural hosts in the south east and central regions of Iran. *Plant Disease* 93:67-62.
- Strausbaugh, C. A., Wintermantel, W. M., Gillen, A. M., Eujayl, I. A. 2008. Curly top survey in the western United States. *Phytopathology* 98:1212-1217.
- Vega, E. F., Barbosa, P., and Pérez, P. A. 1990. An adjustable water-pan for simultaneous sampling of insects at different heights. *Florida Entomologist* 73:656-660.
- Velásquez, V. R., Medina, A. M. M. y Mena, C. J. 2002. Guía para identificar y manejar las principales enfermedades parasitarias del chile en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto Técnico Núm. 20. Campo Experimental Pabellón – INIFAP. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 41 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., Amador-Ramírez, M. D., Medina-Aguilar, M. M. y Medina-García, G. 2012. Presencia de *Circulifer tenellus* Baker y *Beet mild curly top virus* en maleza durante el invierno en el centro norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3:813-819.
- Young, D. A. and Frazier, N. W. 1954. A study of the leafhopper genus *Circulifer* Zakhvatkin (Homoptera:Cicadellidae). *Hilgardia* 23:25-52.

## IDENTIFICACIÓN DE HONGOS EN SEMILLAS DE FRIJOL

Mariandrea Cabral-Enciso<sup>1</sup>, Raúl Rodríguez-Guerra<sup>2</sup>, Nadiezhda R.-Cabral<sup>3</sup>, Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas, Carretera a Guadalajara vía corta. <sup>2</sup>INIFAP. Campo Experimental Terán. <sup>3</sup>INIFAP Campo Experimental Zacatecas.  
[\\*mariandrea.cabralenciso@gmail.com](mailto:mariandrea.cabralenciso@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una fuente de proteínas en países en desarrollo, en México una enorme parte de la población de ingresos bajos y medios consume esta leguminosa. Además, es una fuente importante de ocupación e ingreso para los productores representando una garantía de seguridad alimentaria (Sánchez *et al.*, 2001)

En México, en los últimos cinco años se ha sembrado en promedio 1,679,285.50 ha de frijol, de las cuales el 86.5 % se siembran bajo condiciones de temporal con rendimientos promedios de 570 kg ha<sup>-1</sup> y el 13.5 % bajo condiciones de riego con rendimientos promedios de 1.57 kg ha<sup>-1</sup>. (SIAP, 2012).

Aun con las grandes extensiones de frijol sembradas, no se logra el rendimiento deseado, uno de los problemas que limitan la producción de este cultivo es la presencia de enfermedades y plagas. En cuanto a las enfermedades se tiene a la antracnosis del frijol (*Colletotrichum lindemuthianum*) como la de mayor importancia debido a que puede causar pérdidas de 95 a 100 % en variedades de alta susceptibilidad (Bailey y Jeger, 1992). Otras enfermedades fungosas de importancia en el cultivo son las pudriciones radiculares donde interviene un complejo de hongos *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii* (Mena y Velásquez, 2010).

Aunado a lo anterior, la mayoría de los productores usan como semilla los granos producidos por ellos en ciclos anteriores, sin tener un control de la sanidad del grano. La semilla constituye un método eficiente de diseminación de organismos fitopatógenos. Más del 50% de las principales enfermedades de este cultivo son transmitidas por semilla (Ellis *et al.*, 1976).

Las semillas son un transporte ideal de enfermedades como hongos, virus, bacterias y nemátodos. La siembra de semillas infectadas disminuye la germinación, emergencia y rendimientos del cultivo. Además, pueden diseminar estas enfermedades a lugares donde anteriormente no se encontraban (Montoya y Castaño, 2009).

Los productores buscan disponer de variedades de frijol con características agronómicas sobresalientes y semilla de buena calidad para las condiciones agronómicas y climáticas de Zacatecas. Por lo

anterior, considerando que las anteriores enfermedades fungosas son las principales en el Altiplano, el objetivo de este trabajo fue determinar los hongos asociados en el interior del grano de 25 genotipos de *Phaseolus vulgaris*.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Enfermedades de Frijol de la Unidad Académica de Agronomía de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Los genotipos de frijol que se evaluaronse obtuvieron de una cosecha del 2011 correspondientes a 11 materiales de tipo pinto, 6 de negros y 8 claros. Se colectaron vainas cuando las plantas se encontraban en madurez fisiológica. Las vainas se desgranaron y del total de granos obtenidos se seleccionaron semillas con apariencia sana y semillas con aspecto anormal, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Muestra de las semillas con apariencia sana y daños externos a simple vista

Se tomaron al azar doce semillas por genotipo, se colocaron en vasos de precipitado de 50mL de capacidad y se rotularon. Se procedió a lavarlas con jabón líquido y se enjuagaron con agua corriente; este paso se realizó para eliminar la tierra y posibles contaminantes externos en la testa de las semillas; se secaron con papel absorbente para retirar el exceso de agua e inmediatamente se desinfectaron.

Para desinfectar las semillas, se dejaron en los vasos de precipitado y se les agregó suficiente hipoclorito de sodio al 2 % (de forma que se cubrieran totalmente las semillas) durante dos minutos. Transcurrido el tiempo, se decantó el desinfectante y se enjuagaron las semillas en tres pasos de agua destilada estéril, se secaron con papel absorbente estéril.

Se preparó medio de cultivo de papa dextrosa agar (PDA). Para la esterilización se utilizó el autoclave a una temperatura de 121° C durante 20 minutos. Después de este tiempo se dejó enfriar el medio de cultivo y antes de solidificarse se le agregó ácido láctico al 25 % a razón de 20 gotas por cada 100 mL del medio, esto con el fin de inhibir el desarrollo de bacterias.

Inmediatamente, se vació el medio en cajas de Petri estériles. Tres de las semillas desinfectadas por genotipo se colocaron equidistantes en cada una de las cajas Petri con PDA, éstas fueron rotuladas con los datos correspondientes y selladas con cinta plástica para evitar una posterior contaminación (Figura 2).



Figura 2. Siembra de las semillas de frijol en PDA

Las cajas ya sembradas se mantuvieron a temperatura ambiente y se estuvieron revisando diariamente. Una vez que observó crecimiento de las colonias fungosas, se procedió a realizar transferencias de los crecimientos dando tiempo a esporular (exceptuando *Rhizoctonia*), para posteriormente, identificarse con la ayuda de claves taxonómicas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las semillas de los materiales trabajados se detectó la presencia de *C. lindemuthianum* (antracnosis), *Rhizoctonia* spp., *Alternaria* spp. y *Fusarium* spp. El análisis se realizó por tipo de material así como en conjunto.

En cuanto a los materiales pintos, las semillas de Pinto Libertad y Pinto Centauro fueron susceptibles a antracnosis, representando un 18.2% de los materiales pintos. Pinto Bravo y Pinto Centenario desarrollaron colonias de *Alternaria* spp. (18.2%). En el caso de *Fusarium* spp.,

únicamente Pinto Libertad y Pinto Bayacora dieron negativo en las pruebas, con el 82% de los materiales resultando positivos a la presencia de este hongo (Tabla 1.).

De los materiales negros evaluados solamente NGO07012 dio positivo para *Fusarium*spp. y *Rhizoctonia*spp., un 16.7% de infección de ambas enfermedades para los materiales tipo negro. El resto de los materiales negros no desarrolló colonias de ningún hongo (Tabla 1.).

Los resultados de los materiales claros fueron los siguientes: FJ07012, FJ07013 y FJ Marcela no desarrolló *Fusarium*spp., el 63% restante si desarrolló colonias de este hongo. Además, FJ07013 desarrolló colonias características de antracnosis (12.5%) y el material FJ07011 de *Rhizoctonia*spp. (12.5%) (Tabla 1.)

Material	Hongo			
	Antracnosis	Alternaria	Fusarium	Rhizoctonia
Pinto Bravo	X	POS	POS	X
Pinto Centenario	X	POS	POS	X
Pinto Coloso	X	X	POS	X
Pinto Libertad	POS	X	X	X
Pinto Centauro	POS	X	POS	X
PT08004	X	X	POS	X
PT08018	X	X	POS	X
PT08019	X	X	POS	X
PT08013	X	X	POS	X
Pinto Saltillo	X	X	POS	X
Pinto Bayacora	X	X	X	X
RioGrande/NGAI tiplano4-3	X	X	X	X
NGO07012	X	POS	X	POS
NGO07020	X	X	X	X
NGO07022	X	X	X	X
NSL	X	X	X	X
Frijozac	X	X	X	X
FJ07011	X	X	POS	POS
FJ07012	X	X	X	X
FJ07013	POS	X	X	X
FJ Marcela	X	X	X	X
FMB08030	X	X	POS	X
FMB08007	X	X	POS	X
FM Sol	X	X	POS	X
FM Anita	X	X	POS	X

Tabla 1. Resultados de los hongos encontrados en las semillas. X = no se encontró el hongo. POS=se encontró el hongo.

De los 25 materiales evaluados el 12% desarrolló colonias de *C. lindemuthianum*. Tres de los materiales dieron positivo para *Alternaria*spp. (12%). Un 8% (dos materiales) desarrolló *Rhizoctonia*spp. El hongo que se presentó en un mayor número de materiales fue



*Fusarium*spp. en más de la mitad de los materiales (14) desarrollando este tipo de colonias, representando un 56% del total. Este resultado concuerda con los de Montoya y Castaño (2009) que encontraron una mayor incidencia de *Fusarium*spp. (71%) en pruebas realizadas a semillas de frijol, y *Alternaria* spp. con un 7%. Estos autores también señalan que algunas especies de *Fusarium* pueden producir micotoxinas, llegando a causar efectos dañinos en la salud humana.

Groenewold y colaboradores (2003), que encontraron hongos asociados a la semilla de frijol de *Fusarium* sp., *R. solani*, *C. lindemuthianum* y *Pythium* sp., también mencionan que en otros trabajos se ha detectado mayor infección por *Fusarium* y *Rhizoctonia* en semillas de frijol, concordando con los resultados de este trabajo.

Los resultados obtenidos en este trabajo determinaron que los frijoles claros son más susceptibles a las enfermedades fungosas que aquí se detectaron, seguidos de los pintos, mientras que los frijoles negros son menos susceptibles. Es posible que la condición de las semillas de los materiales evaluados, se deba a que estos patógenos ya se encuentran bien establecidos en los campos de cultivo.

### **CONCLUSIONES**

Aun cuando algunos patógenos no hayan sido aislados de las semillas de diferentes materiales; no indica que no puedan enfermarse éstos en condiciones de campo al estar expuestos a una amplia diversidad de esporas y factores bióticos y abióticos que pueden crear las condiciones para la presencia de los patógenos fungosos en los materiales.

Es probable que el uso indiscriminado de grano como semilla en temporal, haya contribuido a la dispersión y variación de las enfermedades que se transmiten a través de la semilla. La semilla es un elemento indispensable para la producción de esta leguminosa y se debe de contar con semilla sana de calidad para mejorar los rendimientos de este grano.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Bailey, A. J. and Jeger, J. M. 1992. *Colletotrichum*: Biology, Pathology and Control. British Society for Plant Pathology. C. A. B. international. 388 p.
- Ellis, M. A., Gálvez, G. E. y Sinclair, J. B. 1976. Efecto del tratamiento de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de buena y mala calidad sobre la germinación en condiciones de campo. Turrialba 27:37-39

- Groenewold, L. B., Mayek, P. N. y Padilla, R. J. S. 2003. Hongos Asociados a la Semilla de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Aguascalientes, México Revista Mexicana de Fitopatología, vol. 21, núm. 3 pp. 375-378
- Mena, C. J. y Velásquez, V.R. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico. No. 24
- Montoya, E. C. N. y Castaño, Z. J. 2009. Microorganismos asociados con granos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad cargamanto blanco. Agron. 17(2): 25 - 35,
- Sánchez, R.G., Martínez, M. F. A. y López, I. L. A. 2001. El frijol en México competitividad y oportunidades de desarrollo. FIRA. Boletín informativo. Núm. 316 Volumen XXXIII 9a. Época
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Anuario estadístico de la producción agrícola. <http://www.siap.gob.mx>.

## CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA LA APARICIÓN DE LA CENICILLA (*Leveillula taurica*) EN EL CHILE (*Capsicum annuum* L.)

Nadiezhdar.-Cabral<sup>1</sup>. Guillermo Medina-García<sup>1</sup>. Mariandrea Cabral-Enciso<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>INIFAP. Campo Experimental Zacatecas. <sup>2</sup>Unidad Académica de Agronomía. Universidad Autónoma de Zacatecas. [ncabral@zacatecas.inifap.gob.mx](mailto:ncabral@zacatecas.inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

El SIAP en 2012, reporta una producción de chile verde (*Capsicum annuum*) de más de 2,259,000.00 Ton para México. En ese mismo año los principales estados productores fueron Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas con una producción de 562,166.53; 552,225.59 y 348,833.63 Ton, respectivamente. Zacatecas fue el estado con la mayor superficie sembrada, con rendimientos de 11.01 t ha<sup>-1</sup>. Sinaloa sembró 14900.19 ha, menos de la mitad que la superficie en Zacatecas (31,852.39); sin embargo, Sinaloa presentó rendimientos muy elevados lo que permitió que se posicionara como el segundo estado productor de esta hortaliza.

En Zacatecas, los bajos rendimientos presentados se deben a diversos factores, dentro de ellos se encuentran las plagas y enfermedades que atacan al cultivo. Dentro de las enfermedades más comunes y que año con año se presentan se encuentra la cenicilla del chile (*Leveillula taurica*), siendo la enfermedad foliar más importante del norte centro de México, cuando los ataques son severos el fruto reduce su calidad al quedar expuesto a quemaduras de sol, desprenderse prematuramente o por daño de insectos (Velázquez y Amador, 2009).

Altos valores de humedad relativa y temperaturas moderadas favorecen la infección. Esta enfermedad se observa en condiciones de alta o baja temperatura (10 a 35 °C) y en climas secos o húmedos. Los conidios del hongo pueden germinar bajo cualquier condición de humedad relativa, aunque las condiciones óptimas son entre 85 y 95 % de HR y 15 a 25 °C de temperatura (Cerkaskas, 2004).

El manejo que se le da a la enfermedad es con la aplicación de fungicidas químicos cuando ya se observan los síntomas, llegando a realizar aplicaciones fuera de tiempo que sólo contaminan y generan gastos sin llegar a controlar. El desarrollo de modelos de predicción es una estrategia importante para realizar las aplicaciones en tiempo y forma de los agroquímicos y reducir el daño al medio ambiente, costos y la contaminación del producto.

El INIFAP posee una red de estaciones automáticas que miden temperatura, humedad relativa (HR), precipitación, dirección y velocidad del viento, radiación solar y humedad de la hoja. Además de proporcionar información del estado del tiempo, uno de los objetivos de la red es el desarrollo de aplicaciones, a partir de los datos de clima, que ayuden en la toma de decisiones

en el manejo de sus actividades agropecuarias, como los sistemas de alerta para plagas y enfermedades (Medina *et al.*,2008). El objetivo de este trabajo es evaluar los datos de las estaciones agroclimatológicas del estado de Zacatecas y así conocer los períodos favorables para que se presente la cenilla del chile.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se revisaron los datos de producción del SIAP del 2008 al 2012 para encontrar los principales municipios productores de chile en el estado, los cuales fueron: Concepción del Oro, Fresnillo, Jalpa, Jerez, Ojocaliente, Río Grande y Zacatecas. Posteriormente, se buscaron las estaciones que estuvieran en estos municipios o que fueran cercanas a los mismos, en total fueron 10 de las 36 estaciones de la Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas. Las estaciones seleccionadas son Abrego, Santa Fé, Santo Domingo, Santa Rita, U.A. Agronomía, Rancho Grande, Tanque de Hacheros, El Alpino, Col. Emancipación y El Pardillo 3. Se obtuvieron los datos de temperatura y humedad relativa de cada 15 minutos de las estaciones seleccionadas de cinco años (2009-2013).

Los datos de las estaciones son recibidos en la base central del laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del INIFAP Zacatecas. La información se recibe cada quince minutos, por lo que fue necesario obtener promedios para tener datos de cada hora, tanto de la temperatura como de la humedad relativa (HR). Posteriormente, se seleccionaron los datos horarios con una humedad relativa mayor o igual al 80%, a todos los datos con esa HR se les analizaba la temperatura. Si se encontraba en un rango con temperatura mayor o igual a 25°C o menor o igual a 27°C se tomaban como eventos donde existía un posible periodo de infección. Se revisaron todos los datos horarios que salieron positivos. Los registros seleccionados fueron agrupados de manera continua para todos los días del año, donde se pudieron observar el grupo de valores que suman el número de horas suficientes para ir acumulando los niveles de intensidad de la posible infección. Se tenían que agrupar un mínimo de una hora y un máximo de dos con condiciones de temperatura y humedad relativa favorables para que fuera un riesgo bajo de infección. Si las horas acumuladas eran mayores o igual a 3, el riesgo de infección se clasificaba como alto. Finalmente, se sumaron los registros con periodos favorables dentro de sus respectivos rangos (riesgo bajo o alto) y se listaron por día con su respectiva fecha. Finalmente, se agruparon por mes y analizaron.

Se realizó un segundo experimento donde se modificaron los parámetros de HR y temperatura de los datos de la estación U.A. de Agronomía situada en Municipio de Zacatecas, con una latitud de 22.724444, longitud de -102.686111 y altitud de 2234 m. Los nuevos parámetros fue

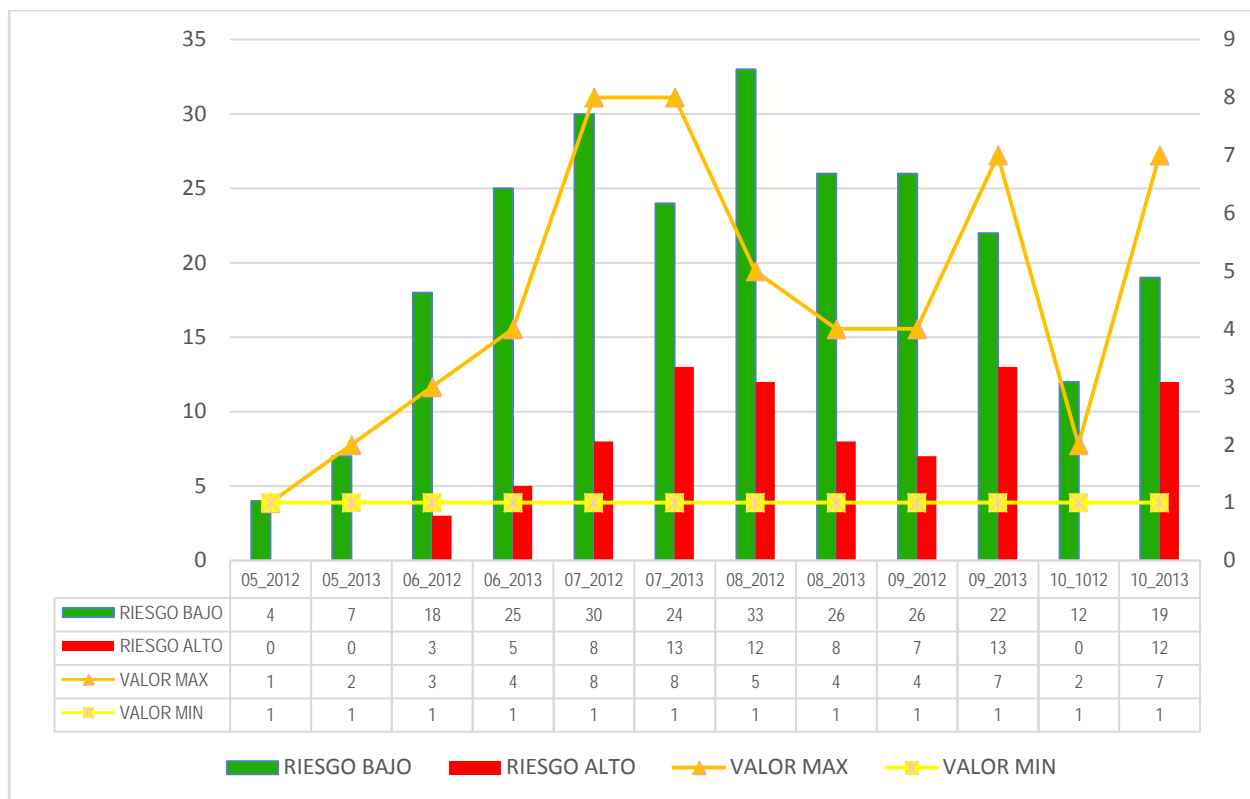
una HR horaria mayor o igual a 50 o menor o igual a 70, la temperatura horaria mayor o igual a 20°C o menor o igual a 24°C. La estación se encuentra ubicada en la Unidad Académica de Agronomía de la Universidad Autónoma de Zacatecas, donde se tienen registros de campo de la ocurrencia de la enfermedad en el cultivo de chile en el periodo de septiembre a noviembre del 2012.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la primera corrida del experimento ninguna de las estaciones seleccionadas presentaron periodos de infección. La estación de Agronomía no mostró periodos de infección de septiembre a noviembre del año 2012 a pesar de tener registros de la presencia de esta enfermedad en parcelas establecidas en campo.

En un trabajo realizado por Diop en 1988 se estudió el desarrollo de *L. taurica* en función de los factores climáticos con dos genotipos diferentes Yolo Wonder y 815, el primer genotipo con una HR menor o igual al 50% mostró un porcentaje mayor de plantas infectadas (60%), mientras que el 815 sólo tuvo un 33% de infección. Al tener una HR del 100%, atmósfera saturada, Yolo Wonder sólo tuvo un 13% de infección y 815 subió a 55%. El experimento se realizó con una temperatura promedio de 25° C (15 – 31 °C) y la variación de la HR fue de 49 al 100%. Este experimento nos indica que las condiciones de temperatura y HR favorables pueden variar dependiente del genotipo, por lo que podría ser una razón para que no se registraran periodos de infección en los datos climáticos de la estación de Agronomía.

En el segundo experimento realizado, únicamente, con los datos de la estación de Agronomía para el 2012 y 2013 donde se modificaron las condiciones favorables para la enfermedad de acuerdo a lo encontrado por Guzmán y colaboradores (2003), donde variaban la HR del 20 al 90% y la temperatura de 20°C a 30°C en hojas de tomate, y encontraron que la enfermedad era mayor a 20°C que a 25°C, además de que a una HR media de 50 a 70% incrementaban la germinación de esporas y el desarrollo de la enfermedad. A altas HR (80-90%) la germinación era favorable pero el desarrollo de la enfermedad se veía comprometido. Al realizar este experimento se encontraron periodos favorables para la enfermedad de los meses de mayo a octubre en ambos años, como se puede observar en la Gráfica 1.



Gráfica 1. Periodos favorables para la cenicilla en Chile, U.A. Agronomía 2012-2013.

Los periodos favorables, ya sea de riesgo bajo o riesgo alto, son el número de eventos que se registraron con las condiciones necesarias para el desarrollo de *L. taurica*. En el mes de mayo de ambos años no hubo periodos favorables de riesgo alto, tampoco lo hubo en el mes de octubre del 2012. En este segundo experimento si ocurrieron condiciones favorables para la enfermedad durante los meses de septiembre a octubre del 2012, periodo reportado con datos de campo con la aparición de este patógeno en el cultivo de Chile. Durante los años analizados existe un número mayor de periodos de riesgo bajo. El comportamiento de los eventos favorables es de una curva sinusoidal, con valores máximos durante los meses de julio a septiembre, disminuyendo en mayo y octubre.

El valor mínimo corresponde a las horas acumuladas con las condiciones favorables para el desarrollo de cenicilla. El valor mínimo durante todos los meses de los dos años analizados fue de una hora con los valores requeridos de HR y temperatura. El valor máximo varió, acumulándose mayor número de horas durante el mes de julio con ocho horas continuas, seguido por siete horas en septiembre del 2012 y en octubre del 2013. Los periodos favorables ocurrieron en la mayoría de los casos de junio a agosto, lo que nos indica que si se hubieran

realizado aplicaciones de fungicidas en meses tempranos hubieran sido innecesarias elevando los costos de producción y provocando una mayor contaminación ambiental.

### **CONCLUSIONES**

Este trabajo es un análisis retrospectivo de la información climática falta analizar las estaciones comprendidas en el primer experimento con las condiciones que se usaron en el segundo experimento. Este tipo de análisis histórico nos da una idea de cómo se presentan las condiciones a través de los años y es una base para elaborar pronósticos futuros y sistemas de alerta para esta enfermedad.

Es conveniente realizar pruebas en laboratorio para conocer las condiciones óptimas para el desarrollo de *L. taurica* de las variedades de chile sembradas en Zacatecas. También es necesario realizar monitoreos en campo para conocer si la información analizada en laboratorio corresponde a lo que esté ocurriendo en las parcelas de chile en campo. La información obtenida por las estaciones climatológicas puede ser utilizada para generar sistemas de alerta para predecir la aparición de enfermedades de importancia en los diferentes cultivos que se siembra en Zacatecas.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Cerkauskas, R. 2005. Pepperdiseases. Powdery mildew. AVRDC. The world vegetable center. Fact sheet. Publication 05-636
- Diop, B. M. 1988. Developpement de *Leveillulataurica* en fonction des facteurs climatiques et sensibilité de *Capsicum annuum* à différents stades végétatifs. J. Phytopathology 126 p.104-114
- Guzmán, P. R. A., Michael, D. R. y Marois, J. J. 2003. Effects of relative humidity and high temperature on spore germination and development of tomato powdery mildew (*Leveillulataurica*). Crop Protection 22. p 1157-1168
- Medina, G. G., Grageda, G. J., Ruiz, C. J. A. y Báez, G. A. D. 2008. Uso de las estaciones meteorológicas en la agricultura. INIFAP. Zacatecas. Folleto informativo no. 50.
- SIAP, 2012. Sistema de Información Agrícola y Pesquera. Anuario agrícola. Consultado en línea: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper &view=wrapper&Itemid=351](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351). Julio 2013
- Velásquez, V. R. y Amador, R. M. D. 2009. Enfermedades bióticas de ajo y chile en Aguascalientes y Zacatecas. Libro Técnico No. 9. Campo Experimental Zacatecas CIRNOC-INIFAP. 187 p.

---

---

## DETECCIÓN DE *Ca. Liberibactersolanacearum*, MEDIANTE EL GEN 16S DEL ADNr, EN CULTIVO DE TOMATE Y SU VECTOR *Bactericeracockerelli*, EN TORREON, COAHUILA.

**Eliel Rocha-Galván<sup>1</sup>, Verónica Ávila-Rodríguez<sup>1</sup>, Florencio Jiménez-Díaz<sup>4</sup> Omar Guadalupe Alvarado-Gomez<sup>2</sup> Urbano Nava-Camberos<sup>3</sup>, Rafael Pérez-Muñoz<sup>1</sup> y Jorge Sáenz-Mata<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Ap. Postal 146, Av. universidad S/N Fraccionamiento Filadelfia Gómez Palacio, Durango, C.P. 35010.

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León, Carr. Laredo Km. 3, General Escobedo, Nuevo León, México

<sup>3</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo Domicilio Conocido Venecia Durango, México. C.P. 35170.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez s/n Col. Valle Verde. CP 27059, Torreón, Coahuila  
E-mail: Biol\_rocha25@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, es una especie de la familia de las solanáceas originaria de México y cultivada en todo el mundo por su fruto comestible (López, 2012). El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo, y la podemos encontrar en más de 170 países, su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. Durante 2013 se estableció una superficie de 490 ha de tomate bajo condiciones protegidas, con una producción de 64,406 toneladas y un valor de la producción de \$412.1 millones de pesos. Sin embargo, la producción de tomate se ve fuertemente amenazada año tras año por el ataque de insectos y enfermedades. Los cuales constituyen un factor limitante en la producción de tomate en muchas partes del mundo. Entre los principales patógenos que disminuyen el rendimiento y demeritan la calidad en tomate se encuentran las enfermedades inducidas por hongos y bacterias. Una de las bacterias de gran importancia es *Candidatus Liberibactersolanacearum* (Calso) (Liefing *et al.*, 2009), comúnmente conocida como "Zebra chip", esta bacteria se ha asociado a algunas enfermedades en cultivos como tomate, papa y otras solanáceas, es una enfermedad relativamente nueva y es transmitida por el psílido *Bactericeracockerellisulc* (Calso) ha causado pérdidas millonarias a los productores inclusive el abandono total del cultivo. Esta bacteria se detectó en México en el cultivo de papa en saltillo en 1994, actualmente está distribuida en los estados de Coahuila y Sinaloa, y actualmente se le encuentra en cultivos de tomate y en Chile (*Capsicum annuum* L.). Las técnicas moleculares hoy en día han tomado un gran auge para la identificación y caracterización de las especies microbianas en diferentes ambientes, ya que estas son sensibles, rápidas y específicas.



Por lo anterior, se realizó el presente estudio durante el ciclo agrícola 2013 en la Comarca, Lagunera, con el objetivo de detectar la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* mediante la técnica PCR punto final en muestras de tomate, así como en su vector *Bactericera cockerelli*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. El presente estudio se realizó en los terrenos experimentales de la Unidad Laguna de la UAAAN, ubicada en Torreón, Coahuila, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2013. Se establecieron dos lotes de tomate, híbridos Sahel y Top 1182, durante la primavera y verano del 2013. El trabajo de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Colecta de muestras de tejido vegetal. El método de colecta fue dirigido a plantas sintomáticas (marchitez, muerte foliar o cambio en la coloración en la planta) en las diferentes partes del cultivo. Se colectaron un total de 100 muestras de tejido de tomate durante Junio y Noviembre de 2013, del total de las muestras 52 correspondieron al híbrido Sahel y 48 al híbrido Top 1182.

Las muestras de tejido vegetal fueron colocadas en bolsas de plástico y etiquetadas de acuerdo a sus datos: híbrido, tratamiento y repetición. Posteriormente, las muestras se trasladaron al laboratorio y se colocaron a  $-70^{\circ}\text{C}$  para su procesamiento y análisis.

Colecta de insectos de *Bactericera cockerelli*. Se colectaron 100 especímenes de insectos en distintas épocas de trasplante (primavera y verano), los cuales fueron obtenidos mediante distintos métodos de colecta, directa con aspiradores manuales y con red entomológica. Los insectos se colocaron en tubos falcón para ser trasladados al laboratorio, donde se preservaron a  $-70^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis.

Extracción ADN. Para la extracción de ADN de tejido vegetal se tomó 5 mm de diámetro de una hoja, y en el caso de los insectos se extrajo ADN de forma individual siguiendo el método de CTAB (cetyltrimethylammonium bromide).

Amplificación de ADN. La detección de *L. solanacearum* se realizó en tubos Eppendorf de 0.2 mL con un volumen total de reacción de 25  $\mu\text{L}$  en un PCR punto final, de acuerdo al procedimiento de Sambrook *et al.*, (1989), el cual consiste en utilizar 5  $\mu\text{L}$  de Buffer de PCR 5X, 1  $\mu\text{L}$  de MgCl<sub>2</sub> 25x Mn, concentración final. 0.5  $\mu\text{L}$  de dNTPs 2.5Mn, concentración final, 0.5  $\mu\text{L}$  de cada primer de 10 picomoles/ $\mu\text{L}$  concentración final, los primers se utilizaron para tejido vegetal como para tejido de insecto los cuales fueron: AO25'-gcgcttatttttaataggagcggca-3' y Oi2C 5'-gcctcgcgactcgcaacccat-3' (Liefing *et al.*, 2009) 0.5  $\mu\text{L}$  cada uno (1.5 U) Taq DNA polimerasa, 15  $\mu\text{L}$  agua de grado MiliQ y 2  $\mu\text{L}$  de DNA. El programa térmico que se utilizó, consiste en una

temperatura de 94°C por 5 minutos y 36 ciclos de las temperaturas 94-55-72°C durante 30-30-60 segundos. Por último se dará una extensión final a 72°C durante 6 minutos. La amplificación se llevara a cabo en un termociclador (MAXYGENE ThermalCyclertherm 1061 Ver 1.6).

Visualización del DNA. Los productos de extracción como los amplificados fueron separados en geles de agarosa al 0.8% y 1.5% respectivamente, con amortiguador TBE 0.5% (tris base, ácido bórico, EDTA al 0.5M Ph 8.0). Se empleó un marcador de peso molecular de 100 a 3,000 pb (AxygenLadder) como referencia. Los geles fueron fotografiados en un fotodocumentador Multidoc-IT UVP®

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Detección de *L. solanacearum* por PCR en tejido vegetal. De las 58 muestras de tomate de primavera 26 resultaron ser positivas al patógeno en estudio y 32 resultaron negativas, lo que corresponde a un 45% y 55% respectivamente. El híbrido Top 1182 presento mayor incidencia de la bacteria con un 52% del total de las muestras, mientras que en el híbrido Sahel el 38% resulto ser positivo (Cuadro 1).

En tomate de verano se colectaron 42 muestras de las cuales, 23 corresponden a él híbrido Sahel y 19 a Top 1182. El 26% de las muestras de Top 1182 fueron positivas para la detección de *L. solanacearum*. Mientras que todas las muestras de Sahel fueron negativas para (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número y porcentaje de muestras positivas a *L. solanacearum* en dos épocas de trasplante y dos híbridos de tomate.

Época de trasplante	Híbrido	Total de Muestras	<i>L. solanacearum</i>	
			Numero	%
Primavera	Sahel	29	11	37.9
	Top 1182	29	15	51.7
	Total	58	26	44.8
Verano	Sahel	23	0	0
	Top 1182	19	5	26.3
	Total	42	5	12

Detección de *L. solanacearum* por PCR en *B. cockerelli*. En tomate de primavera se colectaron 56 individuos de paratrioza de las cuales el 34% resulto positivo a *L. solanacearum*. Las muestras colectadas en verano fueron 44 de las cuales el 68% dieron positivas para la detección de la bacteria (Cuadro 2).

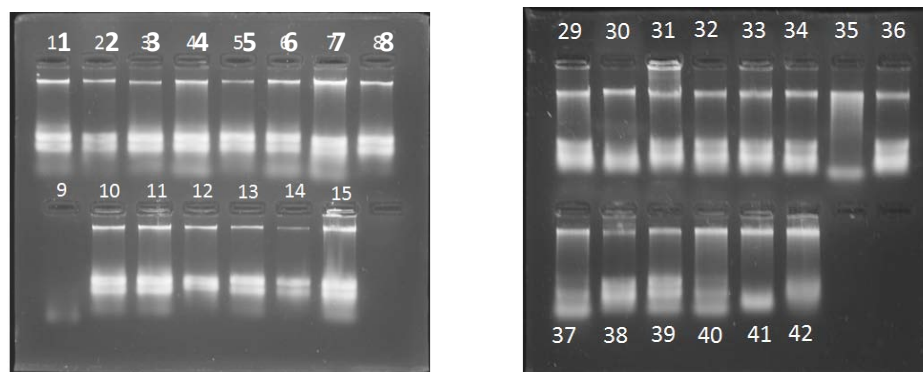
Estos resultados indican una mayor incidencia del patógeno en su insecto vector *B. cockerelli* en la época de trasplante de verano (Cuadro 2).

Cuadro 2. Detección de *L. solanacearum* en Paratrioza colectadas en tomate.

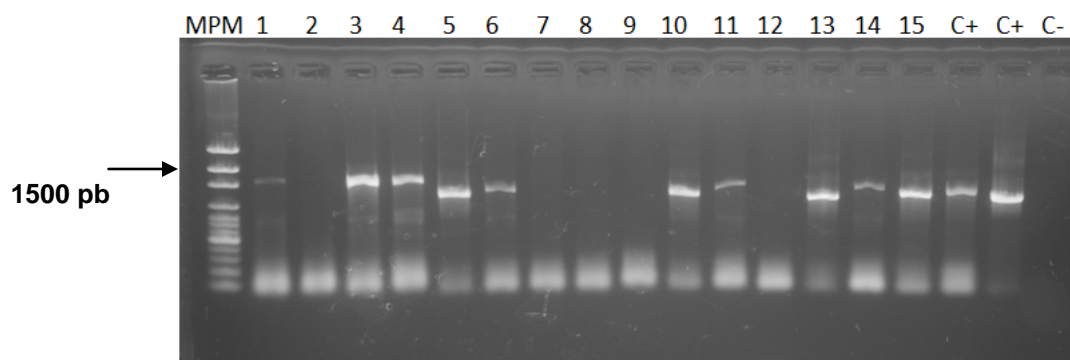
Época de trasplante	Fecha de colecta	Total de muestras	<i>L. solanacearum</i> en Paratrioza	%
Primavera	Junio	56	19	34
Verano	Noviembre	44	30	68

La bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum* ha sido asociada con El permanente del tomate y a su insecto vector *B. cockerelli* (Munyanza et al. 2009). Lo cual coincide con lo encontrado en el presente estudio.

De las muestras procesadas para extracción de DNA, todas dieron positivo, por lo que se puede considerar que el método de CTAB es un método eficiente para extracción de tejido vegetal y tejido de insectos (Fraga et al. 2004) (Figura 1). Los productos de PCR obtenidos correspondieron a un tamaño de fragmento de aproximadamente 1500 pb, similar a lo reportado por Liefting et al. 2009 y Gutiérrez et al. 2013 (Figura 2)



**Figura 1.** Extracción de ADN de *L. esculentum*, mediante el método de CTAB, en geles de agarosa al 0.8%. Imagen de la izquierda extracción de *B. cockerelli*, imagen de la derecha extracción de tejido vegetal.



**Figura 2.** Electroforesis en gel de agarosa de los productos de PCR punto final de las muestras de insectos vectores colectados en plantas de tomate trasplantados en verano para la detección de *L.solanacearum*: Carriles 1,3,4,5,6,10,11,13,14,15 positivos; C+ control positivo; C- control negativo. M/M marcador de peso molecular de 3000 pb (AxigenLadder).

### CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se concluye que *L. solanacearum* se encuentra presente en plantas de tomate, así como en su insecto vector *B. cockerelli*.

La extracción de ADN mediante el método de CTAB es eficiente tanto para tejido de tomate como para el insecto *B. cockerelli*.

Se detectó la presencia de *L.solanacearum* en 49% especímenes de *B. cockerelli* y en 26% muestras de tejido vegetal, mediante la técnica de PCR punto final, utilizando los primers AO2 y Oi2C, observándose una banda de amplificación de 1500pb.

### BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, Z. R, Felipe Delgadillo Sánchez. 2004. Enfermedades del tomate y chile Bell. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, manejo y Producción Torreón, Coah, México, Octubre 13, 14 y 15 del 2004. Z
- FAO, Statistical Database (FAOSTAT).2008. Area harvested, yields and production 2008 in Mexico. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es>
- Fraga, N. J., Rodríguez, J., Fuentes, O., Castex, M. 2004. Comparación entre 5 métodos para la extracción de ADN de triatómíneos. Revista Cubana Medica Tropical 2004;56(3):208-13
- Garzón T., J. A. 1984. Enfermedad del "permanente" del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya, Gto. XI Congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosí, SLP. Resúmenes Sociedad Mexicana de Fitopatología, AC. p 138.
- Gutiérrez, I. A. T., Sánchez, P. J. R., Laguna, C. A., Ramírez, D. J., Alvarado, G. O. G. 2013. Detección de *Candidatus Liberibacter solanacearum* y Fitoplasmas en cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Valle de Toluca. Revista Colombiana de Biotecnología, Vol XV, Num1, 2013, pp.145-149.
- Munyanza J. E, Sengoda V. G., Garzón-Tiznado J. A., Cárdenas-Valenzuela O. G. 2009. First Report of "*Candidatus Liberibacter solanacearum*" in tomato plants in Mexico. Plant Disease 93:10:1076.
- Lacava, T. P.; Dini, A F.; Araujo, W.; Azevedo, J. 2006. Caracterização da comunidade de bacterias endofíticas de cítricos por isolamento, PCR específica e DGGE. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 41, p. 637-542.

- Liefting, L. W., Sutherland, P. W., Ward, L. I., Paice, K. L., Weir, B. S., Clover, G. R. G. 2009. A new '*Candidatus Liberibacter*' species associated with diseases of solanaceous crops. *Plant Dis.* 93:208-214.
- López-Reyes, L.; Carcaño-Montiel, Moisés Graciano; Pérez-y-Terrón, Rocío., Fuentes-Ramírez, Luis Ernesto. 2011. La biodiversidad en Puebla, Estudio de Estado. La diversidad de especies: Diversidad en bacterias. Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (4) 93-98.
- Velásquez Valle Rodolfo., Medina Aguilar María. 2005. Enfermedades bacterianas del jitomate en Aguascalientes y Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) 35(1) 2-29
- Zinniel, D. K., Lambrecht, P., Harris, N. B., Feng, Z., Kuczarski, D., Higley, P., Ishimaru, C. A., Arumakumari, A., Barletta, R. G, Vidaver, A. K. 2002. Isolation and characterization of endophytic colonizing bacteria from agronomic crops and prairie plants. *Applied Environmental Microbiology.* 68:2198-2208.

---

---

## EVALUACIÓN DE 3 MÉTODOS DE TRAMPEO PARA LA CAPTURA DE COLEOPTEROS EN EL AGROECOSISTEMA DE ALGODÓN TRANSGÉNICO (*Gossypium hirsutum*) EN COAHUILA

Jesús Lumar Reyes-Muñoz<sup>1</sup>, María Berenice González-Maldonado.<sup>1</sup>, Cándido Márquez-Hernández.<sup>2</sup> y Miguel Mauricio Correa-Ramírez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Academia de Entomología CIIDIR-IPN, Unidad Durango, Laboratorio de Entomología Calle Sigma 119, Fracc. 20 de Noviembre II Durango, Dgo. C.P. 34220.<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Universidad S/N, Fraccionamiento Filadelfia, Gómez Palacio, Dgo., México C.P. 35010. [reyesjirm@gmail.com](mailto:reyesjirm@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

La agrobiodiversidad, está representada, no sólo por las especies cultivadas, sino también por la vegetación asociada. Hoy se reconoce que la presencia de ambientes semi-naturales en campos cultivados, puede favorecer la estabilidad de los agroecosistemas al generar sitios de refugio, hibernación y presas alternativas para organismos que cumplen importantes roles en el sistema (Paleologos *et al.*, 2008).

Bouchard *et al.* (2011) mencionan que el orden coleoptera es considerado el más abundante y diverso de la clase Insecta con 384,000 especies descritas, distribuidas en 211 familias a nivel mundial, de las cuales, en México están descritas 116 de ellas (Labrador, 2005)

Martínez (2004) menciona que entre las principales plagas del cultivo del algodón es el picudo del algodón *Anthonomus grandis* Boheman, el cual pertenece a la familia Curculionidae.

Polak *et al.* (2000) menciona que los artrópodos que atacan el cultivo de algodón generalmente se manifiestan como plagas solamente en una etapa de su desarrollo y en un estado fenológico del cultivo y solo si prevalecen determinadas condiciones ambientales, conocer y comprender cuales son los factores que favorecen o perjudican la incidencia de las plagas ayudará a establecer estrategias adecuadas de manejo.

En el cultivo de algodón puede encontrarse un gran número de organismos benéficos, predadores, parasitoides, agentes patógenos, y nematodos que contribuyen a regular las poblaciones de insectos plagas (Sosa y Vitti, 2003).

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevo a cabo en el Estado de Coahuila en el municipio de San Pedro, en el Ejido La Fe, localizado en las coordenadas 25°49'25"N 103°13'21"O.

Se establecieron dos hectáreas con algodón transgénico variedad Bollgard® II solución faena, con resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas. Los muestreos se desarrollaron mensualmente iniciando el mes de Septiembre y terminando en el mes de Octubre (2011).

Todos los especímenes capturados fueron trasladados al Laboratorio de Biología Agrícola de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB – UJED) para su identificación taxonómica.

Los ejemplares colectados se etiquetaron con datos correspondientes de colecta e identificación. Para la determinación, se utilizaron las claves de Triplehorn y Johnson (2005), White (1983) y Domínguez (1998).

Muestreo con red entomológica: Con ayuda de la red entomológica se realizaron 20 golpes en cada punto seleccionado utilizando el método de muestreo “Cinco de oros”.

Muestreo directo: Este método consistió en la revisión de la planta, checando la parte basal, media y superior de la misma, aplicando la misma metodología de “Cinco de oros”.

Trampa Scout: Se colocó una trampa Scout con feromona específica para el “Picudo algodonero” en la parte central de la parcela.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra que el método de muestreo más efectivo fue el de red entomológica capturándose un total de 61 individuos (58.09%), seguido por el muestreo directo con 37 individuos colectados (29.52%) y por último la trampa Scout solamente presentó 7 individuos colectados (6.66%).

En la Figura 1 se muestra claramente los tres tipos de muestreos utilizados, se destaca la diferencia de abundancia que muestran las familias por método de muestreo, únicamente la familia Curculionidae mostró aparición en los tres tipos de muestreos empleados.

Cuadro 1. Total de organismos colectados por método de muestreo

Familia	Directo	Redeo	Scout	Total por muestreos
Curculionidae	16	31	7	54
Chrysomelidae		7		7
Coccinellidae	11	7		18
Bruchidae	2	2		4
Bostrichidae	2			2
Scarabaeidae	1	5		6
Elateridae	2			2

Anthicidae	1		1
Melyridae	1	4	5
Cerambycidae	1		1
Cleridae		1	1
Staphylinidae		4	4
<hr/>			
Total por tipo de muestreo	37	61	105

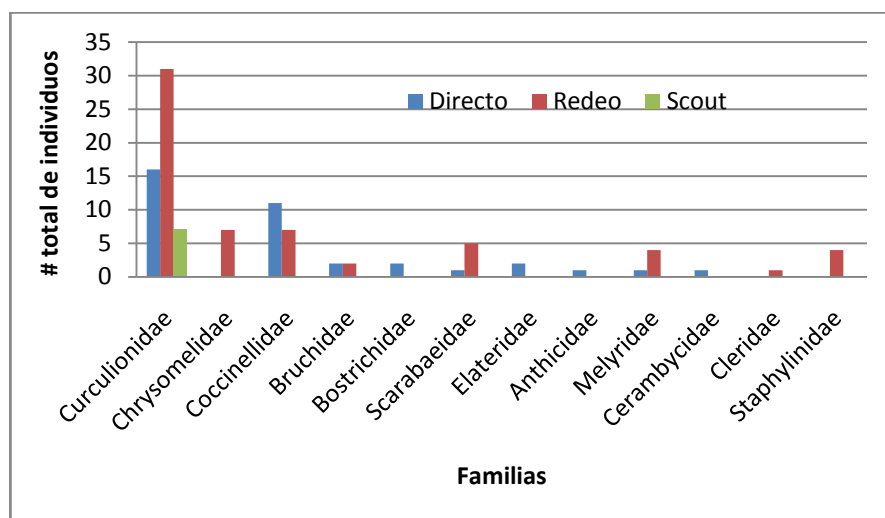


Figura 1. Comparación de los tres métodos de muestreos utilizados reflejados en abundancias por familias de Coleopteros.

En la Figura 2 se muestra la abundancia total, contemplando los tres muestreos empleados, la familia Curculionidae fue la más abundante con 54 organismos capturados (51.42%), seguido por la familia Coccinellidae con 18 organismos capturados (17.14%).



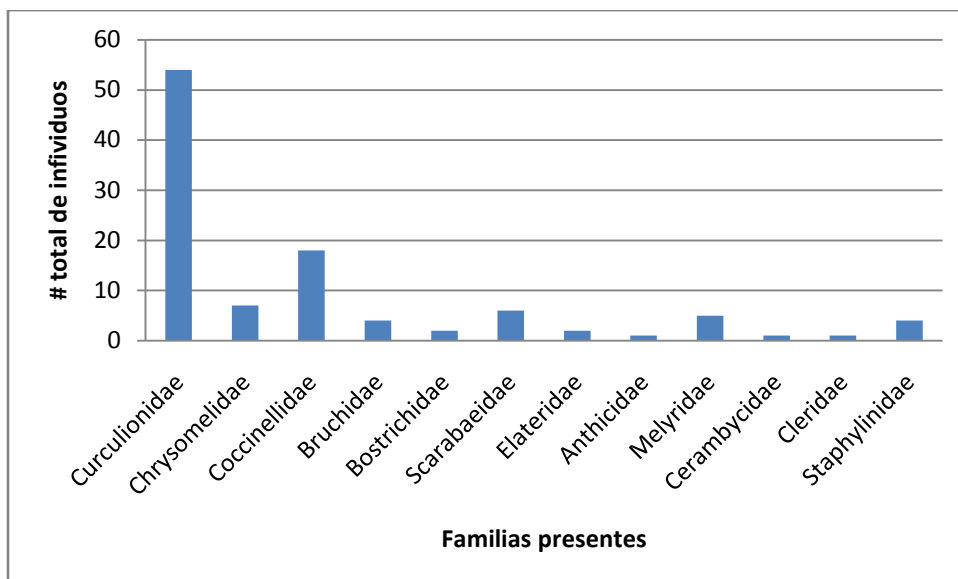


Figura 2. Abundancia por familia (considerando los tres métodos de muestreos utilizados) durante los meses de colecta (Septiembre-October de 2011)

Paleologos *et al* (2008) mencionan que no sólo las especies cultivadas se encuentran presentes en el agroecosistema algodonnero, en el presente trabajo coincidimos con lo antes expuesto, ya que sería importante evaluar la entomofauna presente de acuerdo a la vegetación asociada al cultivo (arvenses, vegetación de borde, etc).

En el presente trabajo se encontraron un total de 12 familias de coleopteros diferentes, 5.68% correspondiente a lo descrito por Bouchard *et al.* (2011), comparado con la diversidad reportada por Labrador (2005) para México, los hallazgos del presente trabajo representa el 10.34% por familias de la diversidad total para el país.

Martínez (2004) menciona que entre las principales plagas del cultivo del algodón es el picudo del algodón *Anthonomus grandis* Boheman, el cual pertenece a la familia Curculionidae, es probable que esta especie que reporta se encuentre dentro de los colectados en este estudio.

Es conveniente analizar las 12 familias encontradas en el actual estudio y así poder determinar lo expuesto por Sosa y Vitti (2003)

## CONCLUSIONES

Es importante destacar que en la trampa Scout solamente se registro la familia Curculionidae debido a que se le colocó una feromona específica para *Anthonomus grandis* Boheman, por lo que es probable que se encuentre presente en este trabajo.

Los insectos son un recurso biótico el cual debemos de aprovechar, determinando cuales organismos de los ya conocidos pudieran ser utilizados, o ser considerados como posibles plagas u organismos benéficos.

### BIBLIOGRAFIA

- Bouchard P., Bousquet Y., Davies A. E., Alonso Z. M. A., Lawrence J. F., Lyal C. H. C., Newton A. F., Reid C. A. M., Schmitt M., Slipinski S. A. y Smith A. B. T. 2011. Family- groupnames in Coleoptera (Insecta). ZooKeys, 88: 1-972
- Labrador G. 2005. Coleopteros necrófilos de México: Distribución y Diversidad. Tesis de Licenciatura (Biólogo). Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. México
- Martínez C. J. 2004. Evolución del algodón transgénico en México. *In: 7° Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas UABC. Mexicali, B.C.*
- Paleologos, M. F., S. J. Sarandón, M. M. Bonicatto. 2008. Influencia de la diversidad vegetal sobre la fauna edáfica (Coleóptera: Carabidae) en viñedos de Berisso, Argentina. VIII Congreso SEAE, Bullas, Murcia. pp. 1 -7.
- Polak, M. G. A., J. Prause, G. Contreras, G. E. Caram. 2000. Plagas en el cultivo de algodón *Gossypium hirsutum* (L.) (Malvales: malvaceae) en relación a condiciones ambientales y a sus estados fenológicos. Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas - Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE. EEA INTA.
- Sosa, M. A. y D. Vitti S. 2003. Comparación de muestreo de predadores en algodón con dos medidas de paño vertical. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste.

## **DISTRIBUCIÓN DE *COPTODISCA S.P.* EN ÁRBOLES DEL NOGAL PECANERO EN ZONAS ÁRIDAS DE MÉXICO.**

**<sup>1</sup>Judith Abigail Sánchez Ledesma <sup>1</sup>; Zaida Crispín del Río <sup>2</sup>; José Alfredo Samaniego Gaxiola <sup>1</sup>; Héctor Zermeño González.**

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Torreón. Carretera Torreón - San Pedro km 7.5. Ejido Ana. CP. 27170. <sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Laguna, Blvd. Prof. José Santos Valdez # 1200 PTE. C. P. 27440 Matamoros, Coahuila.

### **INTRODUCCIÓN**

Uno de los factores de riesgo de mayor importancia para la producción de nuez en la región norte de Coahuila, lo constituye la situación fitosanitaria. Por esta razón, el cultivo exige un manejo adecuado de los organismos dañinos, tomando en consideración su biología, identificación y comportamiento (INIFAP 2007). Los parasitoides son insectos de complejas y fascinantes biología, cuyas larvas se alimentan de otros insectos, a los que causan la muerte para completar su desarrollo (Salvo *et al.*, 2007). Aunque pasan inadvertidos por su pequeño tamaño, este grupo de organismos posee una tremenda importancia económica, ya que actúan como reguladores poblacionales de sus hospedadores, representando herramientas útiles para él, manejo de insectos plaga.

Finalmente, otros factores que afectan el parasitismo de los minadores de hojas incluyen: sequías (Staley *et al.*, 2006), edad de la hoja (Facknath, 2005) y la posición del minador en la planta (Brown *et al.*, 2004).

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se llevó a cabo en el predio nogalero de la pp “La ciudadela” localizada en el municipio de Matamoros, Coahuila, ubicada en las coordenadas 25° 41' 23.98" latitud norte y 103° 20' 5.59" longitud oeste. Durante el ciclo p-v del 2014, se muestrearon 224 árboles (28 líneas) de una hectárea de una huerta nogalera, cada muestra se identificó en bolsas de plástico de cinco ramas, y se muestrearon ocho árboles de cada una de las líneas, iniciando el 24 abril y finalizando el 26 de este. El muestreo se realizó a partir de las ramas secas del árbol, se recolectaron aproximadamente de cinco a seis ramas por árbol seleccionadas al azar, con pupas de minador de la hoja en algún sitio de la rama; Se tomó como primeros datos la longitud de la rama y diámetro del árbol (cm).

El muestreo se llevó a cabo en 3 días, y las muestras obtenidas de cada día se depositaron en el almacén del laboratorio de biotecnología del I. T. Torreón, a cada rama se le midió su diámetro, y peso seco, las pupas se depositaron en pequeños frascos de plástico debidamente

identificados, posteriormente se le quitaron las impurezas propias de las ramas esto con el fin de realizar un conteo y separación de pupas, donde por lo menos 10 de estas en buen estado sirvieron como cebo, las demás se separaron en categorías, en buen y mal estado. Una vez separadas las pupas, se mantuvieron en refrigeración esto con el fin de saber cuánto tiempo tardar en emerger. Para posteriormente realizar una siembra de las mismas en el suelo, con el propósito de tratar de recuperar hongos entomopatógenos del suelo.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la primera etapa de esta investigación, corresponden a 28 líneas en una superficie de 1 ha, se observa que la mayor cantidad de larvas vivas y muertas, Longitud de tallo terminal, diámetro de tallo terminal y peso seco terminal de las ramas respectivamente, presentan los valores promedio más alto en la dirección de norte a sur de la huerta que corresponden a las primeras líneas, figuras de 1,2,3,4,5, sin embargo, el diámetro promedio del tronco de los árboles del nogal presentan, los valores más bajos corresponde en la ubicación de norte a sur de la huerta que están ubicados en las primeras líneas y los valores más altos se ubican en las últimas líneas,( Figura 6).

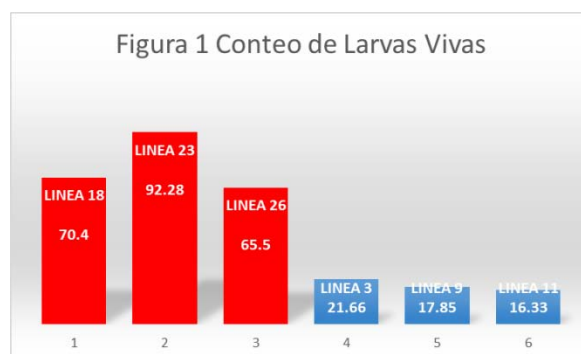


Figura. 1. Cantidad de larvas vivas en la pp “La ciudadela” Durante el ciclo Primavera-Verano 2014.

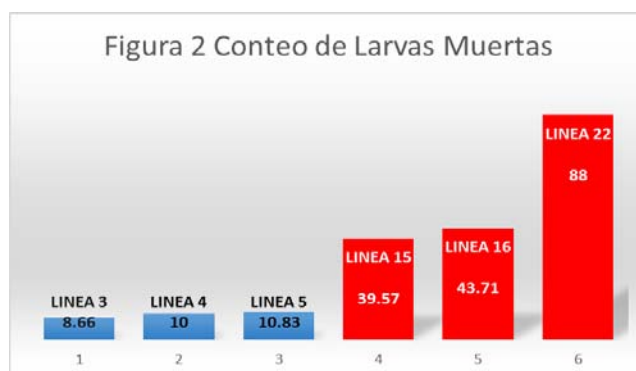


Figura.2. Conteo de larvas Muertas de la pp “La ciudadela” Durante el ciclo Primavera-Verano 2014.

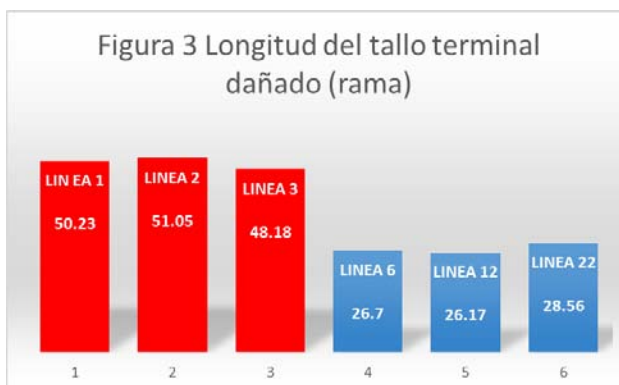


Figura.3. Longitud del tallo terminal dañado en la rama de la huerta “La ciudadela” Durante el ciclo Primavera-Verano 2014.

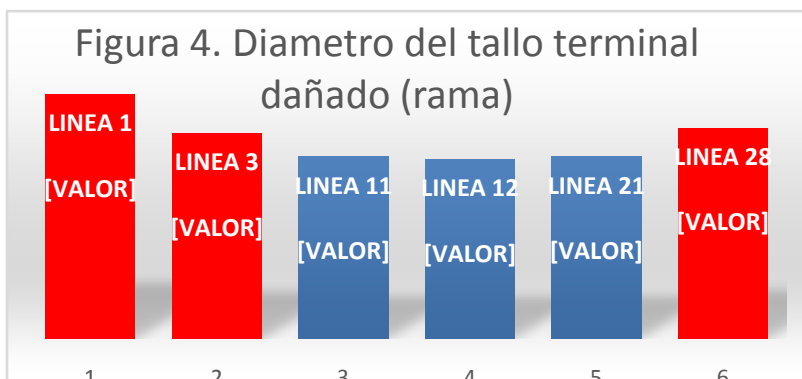


Figura.4. Diámetro del tallo terminal dañado de la rama de la pp “La ciudadela” Durante el ciclo Primavera-Verano 2014.



Figura.5. Peso seco del tallo terminal dañado en la rama de la pp “La ciudadela” Durante el ciclo Primavera-Verano 2014.

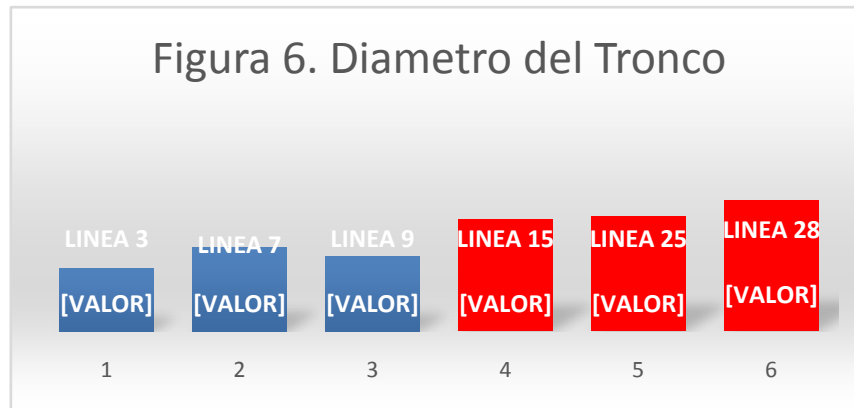


Figura.6. Diámetro promedio del tronco del árbol del nogal de la pp “La ciudadela” Durante el ciclo Primavera-Verano 2014.

### CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la primera etapa de la investigación, se observa que los valores más altos de las variables evaluadas, se encuentran ubicadas al norte de la pp “La ciudadela”, sin embargo, el valor promedio del diámetro del tronco del árbol del nogal se encuentra ubicado al sur de la huerta.

### BIBLIOGRAFÍA

- Brown, M.W., and T. Tworkoski. 2004. Pest management benefits of compost mulch in Apple orchards. *Agr. Ecosys. Environ.* 103:465-472.
- Facknath, S. 2005. Leaf age and life history variables of a leafminer: the case of *Liriomyza trifolii* on potato leaves *Entomol. Exp. Appl.* 115:79-87.
- Salvo, A., & Valladares, G. R. (2007). Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas. *Ciencia e investigación agraria*, 34(3), 167-185.
- Staley, J.T., S.R. Mortimer, G.J. Masters, M.D. Morecroft, V.K. Brown, and M.E. Taylor. 2006. Drought stress differentially affects leaf-mining species *Ecol. Entomol.* 31:460-469.

---

---

## EVALUACIÓN DE CEPAS DE *Azospirillum*sp. Y AG<sub>3</sub> EN LA CAPACIDAD DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* L.)

María Alejandra Torres Tapia<sup>1</sup>; Rosalinda Mendoza Villarreal<sup>2</sup>, Francisca Ramírez Godina<sup>3</sup>,  
Leticia Escobedo Bocado<sup>3</sup>, Martha Alicia Jaramillo Sánchez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Centro de Capacitación y Tecnología de Semillas,  
<sup>2</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Depto de Horticultura. <sup>3</sup>Universidad Autónoma Agraria  
Antonio Narro, Depto de Fitomejoramiento. Calzada Antonio Narro 1923,  
Buena Vista, Saltillo Coahuila.

### INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los chiles se han convertido en la hortaliza de mayor crecimiento en los últimos años, donde el chile habanero ha marcado su importancia económica por el número de agricultores que lo producen, por la gran cantidad de capsaicina que aporta dándole su gran picor, siendo apreciado por los consumidores a quien les agrada esta característica, lo que lleva a tener gran demanda en el mercado local, nacional e internacional (Ramírez y Vásquez, 2007). La producción del chile habanero es mediante siembra de semillas en charolas de polietileno, con sustrato en condiciones adecuadas para su germinación, obteniendo plántulas de 15 a 20 centímetros de altura, para su posterior trasplante a terreno fértil (Tun, 2001). Este proceso es uno de los aspectos a los que más atención se debe prestar para conseguir plantas sanas y vigorosas, y de esta forma asegurar resultados económicos satisfactorios (Loayza, 2001). Sin embargo, para que el sistema de producción de chile habanero sea sustentable y además orgánico, como lo dan a conocer las nuevas exigencias agroindustriales, se deben reducir las aplicaciones de fertilizantes, por tal motivo, es conveniente contar con metodologías o aplicaciones de origen natural que equilibren la nutrición del cultivo (Nieto-Garibay *et al.*, 2002), o el uso de microorganismos del suelo que favorezcan la sustentabilidad del sistema de producción, como es el caso de utilizar bacterias como el género *Azospirillum* spp., quienes fomentan el incremento de biomasa total y el número de raíces en plántulas (Canto-Martin *et al.*, 2004); Así mismo el uso del ácido giberélico en las semillas de chile habanero quien promueve la pronta germinación, aumentando el número de semillas germinadas y estimulando el rápido crecimiento de los tallos y la división mitótica de las hojas de algunas especies (Lewak y Khan, 1977; Bewley y Black, 1994; Baskin y Baskin, 1998; Tigabu y Odén, 2001). Por lo anterior se estableció el objetivo de evaluar respuesta fisiológica mediante su capacidad de germinación generada en la aplicación de cepas de *Azospirillum* sp. de diferente origen en combinación con un promotor como el ácido giberélico sobre semillas obtenidas de frutos de dos variedades de chile habanero (*Capsicum chinense* L.) bajo dos condiciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Producción de semillas perteneciente al Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas; partiendo de frutos cosechados de dos variedades identificadas por su color del fruto amarillo y rojo, en el mes de septiembre del 2013, producidos en los campos experimentales de Torreón Coahuila de la misma universidad. Se le aplicaron 10 tratamientos utilizando cepas de *Azospirillum* sp. de diferente origen, una aislada del cultivo de tomate y otra de nopal, teniendo como T1 (Nopal  $10^8$  UFC  $\text{ml}^{-1}$ ), T2 (Nopal  $10^6$  UFC  $\text{ml}^{-1}$ ), T3 (Tomate  $10^8$  UFC  $\text{ml}^{-1}$ ), T4 (Tomate  $10^6$  UFC  $\text{ml}^{-1}$ ), T5 (AG<sub>3</sub>500 ppm), T6 (Nopal  $10^8$  UFC  $\text{ml}^{-1}$  + AG<sub>3</sub>500 ppm), T7 (Nopal  $10^6$  UFC  $\text{ml}^{-1}$  + AG<sub>3</sub>500 ppm), T8 (Tomate  $10^8$  UFC  $\text{ml}^{-1}$  + AG<sub>3</sub>500 ppm), T9 (Tomate  $10^6$  UFC  $\text{ml}^{-1}$  + AG<sub>3</sub>500 ppm) y T10 (testigo con agua).

Se utilizaron 90 semillas por variedad, aplicando 20 ml de cada tratamiento, dejando reposar por 4 horas; una vez transcurrido el tiempo se sembraron 30 semillas por repetición tratamiento-variedad dentro de cajas Petri de vidrio, sobre papel filtro Watham No. 1 húmedo de agua destilada (manteniendo la humedad en toda la prueba) y se colocaron en una cámara de germinación marca Biotronette mark3 a  $25 \pm 1$  °C de temperatura, con 8 horas luz y 16 horas oscuridad por 14 días, haciendo la evaluación de la prueba de capacidad de germinación según la ISTA (2009), determinando porcentaje de plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza para la variable PN, se encontró una diferencia altamente significativa en las fuentes de variación variedad, tratamientos y su interacción, con un coeficiente de variación de 17.2 % (Cuadro 1); indicando que la respuesta de germinación fue diferente en cada variedad, tratamiento y su combinación. En PA, existió una diferencia significativa entre variedades y altamente significativa tanto entre tratamientos como en la interacción, donde nuevamente existió una diferencia en cada variedad, tratamiento y combinación, obteniendo un coeficiente de variación de 40.6 %, este porcentaje se debió probablemente a que en los resultados existieron valores de 0 %. Mientras que en SSG, hubo diferencias altamente significativas entre variedades, tratamientos y su interacción, como era de esperarse por los resultados encontrados en las anteriores variables, obteniendo un coeficiente de variación del 25.9 %, donde nuevamente el porcentaje se elevó por tener una variación en la respuesta teniendo valores de 3 hasta un 11%.



Cuadro 1. Análisis de varianza para las variables de capacidad de germinación en PN, PA y SSG, para las fuentes de variación de variedad, tratamientos y su interacción en laboratorio, 2013

Fuente de variación	Grados de libertad	Plántulas normales (%)	Plántulas anormales (%)	Semillas sin germinar (%)
Variedad	1	7108.9**	114.8*	5407.4**
Tratamientos	9	6609.5**	1664.2**	11415.7**
Color x Trat.	9	4488.4**	925.7**	5995.3**
ErrorExp.	40	3304.5	1124.9	3196.3
C.V. (%)		17.2	40.6	25.9

C.V. (%) = Porcentaje de Coeficiente de Variación; \*\* = Altamente significativo; \* = Significativo.

En la prueba de comparación de medias, en PN se encontró que la variedad rojo, presentó superioridad (63.4 %) que la amarilla (41.6 %); esto puede indicar que a pesar de presentar la misma edad fenológica de la planta en cuanto a siembra y cosecha, los frutos de diferentes variedades pueden ser más o menos precoces y tener un distinto grado de madurez fisiológica de la semilla lo cual se evidencia a través del cambio de color de verde a amarillo o hasta rojo; por lo que demuestra que las semillas de frutos rojos son las que poseen mayor calidad fisiológica por obtener mayor número de plántulas normales y por tanto mayor germinación, esto se reafirma con lo establecido por Ochoa (2001), quien menciona que los frutos de chile habanero de color verde se encuentran en estado inmaduro, que a partir de este color existen diferentes variedades donde usualmente al madurar cambian a distintas tonalidades o colores como el rojo, anaranjado, amarillo e inclusive blanco.

Nuevamente en PA, la variedad roja obtuvo menor resultado (11.7 %), superando a la amarilla (14.4 %), mostrando que el color del fruto rojo puede ser una característica del grado de madurez fisiológica en la semilla y se tuvo una etapa más avanzada de madurez, probablemente por ser una variedad más precoz; mientras que en amarilla sea difícil determinar su madurez; esto coincide con Justice y Bass (1978) y Copeland (1976), quienes demostraron que semillas inmaduras o parcialmente llenas son inferiores en viabilidad y vigor, mientras que semillas completamente maduras tienen un desarrollo físico y fisiológico completo para una máxima expresión de vigor. Con respecto a SSG, existió la misma tendencia que en la variable anterior sobresaliendo la roja (24.9 %) que amarilla (43.8 %), señalando que la semilla de estos últimos puede tardar más en madurar al contrario de los rojos, coincidiendo con Bosland y Votava (2000), quienes han observado que semillas cosechadas en estado inmaduro pueden presentar este problema; y por lo que esas semillas son fisiológicamente menos desarrolladas por lo que aumentó el número de semillas sin germinar, lo que coincide con lo reportado por Alizaga, (1989), que las semillas presentan el más alto nivel de calidad fisiológica o vigor al

momento de la madurez fisiológica, sin embargo, esa calidad declina gradualmente como consecuencia del proceso de envejecimiento de la semilla, el cual acarrea una serie de transformaciones degenerativas de origen bioquímico, fisiológico y físico que están asociadas con la reducción del vigor.

En la prueba de comparación de medias entre los tratamientos para PN, se encontraron cinco grupos estadísticos, teniendo a T5, T7 y T9 como los mejores en su respuesta de mayor porcentaje de germinación, teniendo una concentración baja de la bacteria a  $10^6$  UFCml<sup>-1</sup> sin importar su origen y en común el ácido giberélico, sobresaliendo T7 con 69.5% de germinación (Cuadro 2), donde la acción de las giberelinas está implicada directamente en el control y promoción de la germinación de la semilla, donde el AG<sub>3</sub> rompe la latencia y reemplaza la necesidad de estímulos ambientales, tales como luz y temperatura, coincidiendo con Araya *et al.* (2000); mientras que el testigo solo obtuvo un 41.7 % de germinación.

Cuadro 2. Resultados de la prueba de comparación de medias en capacidad de germinación en semillas de Chile habanero tratados con cepas de *Azospirillum* sp. aisladas de nopal o tomate más AG<sub>3</sub> en laboratorio 2013

Tratamiento	Plántulas normales (%)	Plántulas anormales (%)	Semillas sin germinar (%)
Nopal 10 <sup>8</sup> UFC ml <sup>-1</sup>	57.2 bc	12.8 bc	29.9 bc
Nopal 10 <sup>6</sup> UFC ml <sup>-1</sup>	42.8 de	9.5 cd	47.7 a
Tomate 10 <sup>8</sup> UFC ml <sup>-1</sup>	43.9 de	3.9 d	52.2 a
Tomate 10 <sup>6</sup> UFC ml <sup>-1</sup>	37.8 e	7.8 cd	54.4 a
500 ppm	67.2 ab	12.2 c	20.5 bcd
Nopal 10 <sup>8</sup> UFC/ml + 500 ppm	57.2 bc	18.9 ab	23.8 bcd
Nopal 10 <sup>6</sup> UFC/ml + 500 ppm	69.5 a	13.3 bc	17.2 d
Tomate 10 <sup>8</sup> UFC/ml + 500 ppm	49.5 cd	20.0 a	30.5 b
Tomate 10 <sup>6</sup> UFC/ml + 500 ppm	58.9 abc	21.1 a	20.0 cd
Testigo	41.7 de	11.1 c	47.2 a

UFC= Unidades Formadoras de Colonias, Prueba de diferencia mínima significativa (DMS) al 0.05 %; Medias con diferente literal son grupos estadísticos diferentes.

En PA, se encontró un efecto negativo en T6, T8 y T9 por tener los más altos porcentajes; donde T8 y T9 conteniendo *Azospirillum* sp. aislada de tomate presentó mayor número de plántulas anormales con 20 y 21.1 % respectivamente. Mientras que en SSG, los tratamientos conteniendo AG<sub>3</sub> fueron los que obtuvieron mejor porcentaje de semillas sin germinar, lo cual representa que tal vez la semilla presentaba latencia, ya que se ha reportado presencia de latencia en semillas de especies silvestres de *C. annuum* mencionado por Randle y Honma (1981). Sin embargo, el rompimiento de latencia se presentó diferente entre las cepas estudiadas, debido tal vez a que el género *Azospirillum* pertenece al grupo de PGPB (Bacterias promotoras

del crecimiento vegetal), teniendo la capacidad de colonizar al adherirse a la raíz, fijando el N<sub>2</sub>, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas por la producción de IAA (Crozier *et al.*, 1988), el ácido indol - 3 - butírico (Martínez –Morales *et al.*, 2003), citoquininas (Timmus *et al.*, 1999), y algunos giberelinas por ejemplo GA1, GA3, GA9, GA19, y GA20 (Bottini *et al.*, 1989; Janzen *et al.*, 1992; Piccoli *et al.*, 1996); por lo cual el origen de las cepas de este estudio, posiblemente sea la causa por la que produzcan diferentes hormonas y cantidad de ellas, resultando una respuesta diferente entre los tratamientos, ya que el testigo presentó un 47.2 % de SSG, y al aplicar *Azospirillum* sp aislada de nopal a 10<sup>8</sup> UFC ml<sup>-1</sup> obtuvo un bajo porcentaje (29.9 %); mientras que aislada de tomate en esa concentración obtuvo 52.2 %, debido tal vez a que la primera cepa produce mayor cantidad de giberelinas que la aislada de tomate, a al combinarse con AG<sub>3</sub> redujó el porcentaje (30.5 %), misma acción aislada de nopal con AG<sub>3</sub> disminuyó hasta 23.8 %.

La respuesta de la interacción entre la variedad y tratamientos para la variable plántulas normales, se encontró que la variedad roja en la mayoría de los tratamientos, sobresalió por presentar los mayores porcentajes de PN entre 56.7 a 74.5 %, (Figura 1), debido a su madurez fisiológica definida por el color del fruto que al combinarse con los tratamientos se obtuvieron mejores valores; mientras tanto en la amarilla, se logró tener una respuesta positiva en T1 con 63.3 % superando a la roja con 51.1 %.

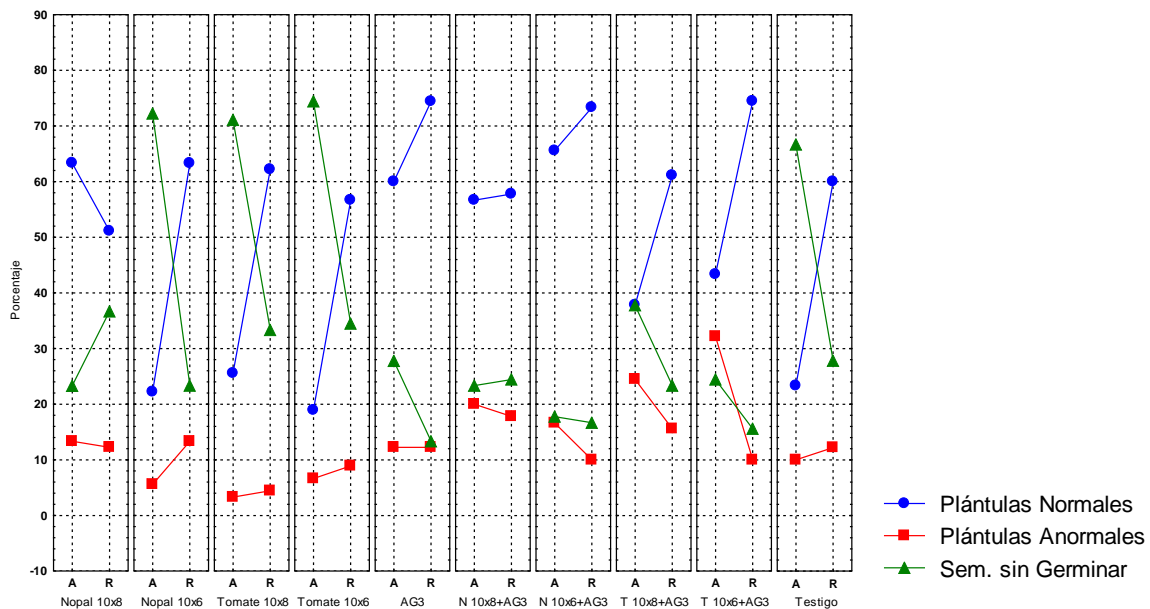


Figura 1. Respuesta de la prueba de capacidad de germinación en plántulas normales, plántulas anormales y semillas sin germinar, en la interacción (A= amarillo, R=rojo)

En tanto la variable PA, la variedad amarilla tuvo aparentemente una mejor tendencia de menor porcentaje que la roja en T2, T3, T4 y testigo, mismos que no fueron tratados con AG<sub>3</sub> lo que indica que los *Azospirillum* sp. propicia el crecimiento de las plántulas. Sin embargo ambas variedades tuvieron valores similares en T5; pero existe una clara diferencia en las SSG, donde sobresale la variedad amarilla en este tamiento por tener el mayor porcentaje así como en la mayoría de los tratamientos llegando hasta 74.4 % (T4), lo que se puede deducir que la semilla no logró romper su latencia aún con la aplicación de tratamientos; así mismo la variedad roja también presentó respuestas negativas al aumentar el porcentaje de SSG en T1 y T6 llegando hasta 24.4 y 36.6% respectivamente.

### CONCLUSIONES

La aplicación de cepas de *Azospirillum* sp. más AG<sub>3</sub> en semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* L.) de las dos variedades estudiadas, tienen respuestas diferentes en la capacidad de germinación, sobresaliendo la variedad roja al aplicar las cepas de *Azospirillum* sp., aisladas de nopal y tomate a bajas concentraciones más ácido giberélico en condiciones de laboratorio, tienen efectos positivos en la capacidad de germinación; donde Nopal 10<sup>6</sup> UFC ml<sup>-1</sup> + 500 ppm y Tomate 10<sup>6</sup> UFC ml<sup>-1</sup> + 500 ppm, presentaron mayor porcentaje de plántulas normales y menor en semillas sin germinar, a diferencia de Nopal 10<sup>6</sup> UFC ml<sup>-1</sup> y Tomate 10<sup>6</sup> UFC ml<sup>-1</sup> quien respondió de manera opuesta en estas variables. Mientras que en la variedad amarilla por su indeterminada apreciación de madurez fisiológica y al aplicar de cepas de *Azospirillum* sp. más AG<sub>3</sub> aisladas de tomate 10<sup>6</sup> UFC ml<sup>-1</sup> + 500 ppm tiene respuesta negativa al aumentar el número de plántulas anormales y semillas sin germinar.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alizaga, R. 1989. Avaliação de teste de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência a campo. Tesis MSc. Universidad federal de pelotas, Brasil. 62 p.
- Araya, E.; Gómez, L.; Hidalgo, N. y Valverde, R. 2000. Efecto de la luz y del ácido giberélico sobre la germinación *in vitro* de Jaul (*Alnus acuminata*). Agronomía Costarricense 24(1):75-80.
- Baskin, C. C. and Baskin, J. M. 1998. *Seeds- Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, USA.
- Bewley, J. D. & Black, M. 1994. *Seeds-Physiology of Development and Germination*. 2nd edition. Plenum Press, NY.
- Bosland, P. W. and E. J. Votava. 2000. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. CABI Publishing. New York. 204 p.
- Bottini, R.; M. Fulchieri, D. Pearce, and R. P. Pharis. 1989. Identification of gibberelins A1, A3, and iso-A3 in cultures of *Azospirillum lipoferum*. Plant Physiol. 90:45-47.
- Canto-Martin, J.; Medina-Peralta, S. y Morales-Avelino, D. 2004. Efecto de la inoculación con *Azospirillum* sp. en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacquin). Tropical and Subtropical Agroecosystems, 4(1), 21-27.

- Copeland, O. L. and McDonald, B. M. 1995. Principles of seed science and technology. Third edition. Chapman and Hall. New York, USA 409 p.
- Crozier, A. P.; Arruda, P.; Jasmim, J. M.; Monteiro, A. M. and Sandberg, G. 1988. Analysis of indole-3-acetic acid and related indoles in culture medium from *Azospirillum lipoferum* and *Azospirillum brasilense*. Appl. Environ. Microbiol. 54:2833-2837.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2009. International rules for seed testing. Bassersdorf, CH-Switzerland.
- Janzen, R.; Rood, S.; Dormar, J. and McGill, W. 1992. *Azospirillum brasilense* produces gibberellins in pure culture and chemically-medium and in co-culture on straw. Soil Biol Biochem 24:1061-1064.
- Juslice, O. L.; Bass, L. N. 1978. Principles and practices of seed storage. Estados Unidos, Department of Agriculture 289 p. (Agriculture Handbook no. 506)
- Lewak, S. & Khan, A. A. 1977. Mode of action of gibberellic acid and light on lettuce seed. *Plant Physiology* 60:575-577.
- Loayza, I. 2001. *Capsicum* sus derivados en Iberoamerica: Aspectos agrícolas, científicos, tecnológicos y económicos. CYTED (Programa Iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo). Bolivia, BO. p 33-45.
- Martínez-Morales, L. J.; Soto-Urzuá, L.; Baca, B. E. and Sánchez-Ahédo, J. A. 2003. Indole-3-butyric acid (IBA) production in culture medium by wild strain *Azospirillum brasilense*. FEMS Microbiol Lett 228:167-173.
- Nieto-Garibay, A.; Murillo-Amador, B.; Troyo-Diéguéz, E. Larringa-Mayoral, J. A. García-Hernández, J. L. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas. Interciencia, 2002; 27(8): 417-421.
- Ochoa, A. N.; 2001. Usos y propiedades del chile habanero. Seminario de chile habanero. Memorias. Fundación produce Yucatán. SAGARPA. INIFAP. Mérida Yucatán. 2-5 p.
- Piccoli, P.; Masciarelli, O. and Bottini, R. 1996. Metabolism of 17,17[2H<sub>2</sub>]-Gibberellins A4, A9, and A20 by *Azospirillum lipoferum* in chemically-defined culture medium. Symbiosis 21:167-178.
- Ramírez, M. M. y Vázquez, G. E. 2007. Potencial de producción del chile habanero (*Capsicum chinense* Jack), en el sur de Tamaulipas. INIFAP Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Apartado Postal No. 31, Altamira, Tamaulipas., CP 89601, México.
- Randle, W. M. and Honma, S. 1981. Dormancy in peppers. *Scientia Horticulturae* 14:19-25
- Tigabu, M. & Odén, P. C. 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.
- Timmusk, S.; Nicander, B.; Granhall, U. and Tillberg, E. 1999. Cytokinin production by *Paenibacillus polymyxa*. *Soil Biol Biochem* 31:1847-1852.
- Tun, D. J. 2001. Chile habanero. Características y tecnología de producción. INIFAP. Yucatán, México. 3-20 p.

---

---

## OBSERVACIONES SOBRE EL DAÑO DEL SALIVAZO DEL NOGAL *Clastoptera achatina* (HEMIPTERA:CLASTOPTERIDAE) EN UNA HUERTA NOGALERA DE LA COMARCA LAGUNERA

José Manuel Vázquez Navarro\*<sup>1</sup>, Bertha Alicia Cisneros Flores<sup>2</sup> y  
Juan José Martínez Ríos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia UJED, Ej. Venecia, Gómez Palacio, Dgo. \*[mavazna@hotmail.com](mailto:mavazna@hotmail.com);

<sup>2</sup>Univ. Aut. Agraria "Antonio Narro", Unidad Laguna, Torreón, Coah.

### INTRODUCCIÓN

La producción de nuez pecanera es una actividad económicamente importante en el Norte de México. De acuerdo con los datos de SAGARPA-SIAP (2013) la superficie establecida de nogal pecanero en México es de 98,612 ha, correspondiendo a los estados de Chihuahua el 61.1 %, a Coahuila el 16.2 %, Sonora 9.7 %, Nuevo León con 4.3 % y Durango 6.1 %. En la Comarca Lagunera, la superficie establecida ha venido creciendo, sin embargo, existen una serie de factores que inciden de manera negativa en la producción, entre los más importantes se encuentran las plagas insectiles.

Entre las principales plagas del nogal pecanero en la Comarca Lagunera se encuentran el gusano barrenador de la nuez, *Acrobasis nuxvorella*, es quizá la plaga más importante del nogal pecanero en México y el Sur de los Estados Unidos; el gusano barrenador del nuezno, que es como se conoce a las larvas de la palomilla *Cydia caryana*. De igual forma, se sabe que chinches como los pentatómidos polífagos *Nezara viridula*, *Chlorocroa ligata* y *Euschistus servus* utilizan al nogal como fuente alterna de alimento; de igual forma, existen chinches de patas laminadas, como las del género *Leptoglossus* (Coreidae), que también provocan daños en nueces. (Pacheco, 1985; Nava, 1999; Tarango, 2007). Se ha presentado también el Barrenador de las ramas del nogal, *Euplatypus segnis* (Coleoptera : Platypodidae) que construye galerías en la madera de ramas y tronco del nogal (García, 1990; Nava y Ramírez, 2002). Adicionalmente se presentan tres especies de áfidos plaga asociados al nogal: el pulgón amarillo de alas con margen negro *Monellia caryella*, el pulgón amarillo del nogal *Monelliopsis pecanis* y el Pulgón negro del nogal *Mellanocallis caryaefoliae* (Quiñones, 1997).

Existen otras especies de insectos considerados como plagas potenciales. Recientemente, se le ha puesto atención a la incidencia de larvas minadoras del follaje en la Comarca Lagunera (Minador de aretes de la hoja del nogal *Coptodisca powellella*; Avila y Nava, 2013), así como en Delicias, Chih. (García *et al.*, 2013).

El problema conocido como "salivazo del nogal" (*Clastoptera achatina*) ha sido descrito como problema en los estados productores de nuez pecanera en los Estados Unidos y se ha venido

extendiendo en México. Leyby (1925), citado por Tedders (1995), consigna el primer caso de daño económico producido por este insecto en 1924 en Carolina del Norte. Este insecto se denota en ramas y brotes como una masa de espuma blanco-acuosa con la que las ninfas se protegen de la desecación. El adulto es robusto y mide aproximadamente 0.5 cm de largo, es de color amarillo paja, con líneas de color café, muy activo y excelente saltador. Coloca huevecillos en las terminales tiernas y las ninfas son de piel poco esclerosada y se cubren con una masa espumosa a manera de saliva, de ahí su nombre común. El insecto se alimenta como adulto o ninfa insertando en ramas y brotes tiernos su aparato bucal picador-succionador para sustraer savia. El daño puede conducir a la pérdida de nueces o el secado de brotes vegetativos (Aguilar, 2009; Hall *et al.*, 2009; Tedders, 1995). Hall y colaboradores (2009) señalan que este insecto es vector de la bacteria *Xylella fastidiosa* agente causal de la enfermedad conocida como quemado bacterial de la hoja del nogal, lo que incrementa su potencial de daño en las nogaleras. Debido a que en los últimos años este insecto se ha estado presentando con mayor frecuencia y se cuenta con poca información regional al respecto, se planteó el presente experimento con el objetivo de generar información básica sobre la incidencia de la población con respecto al ciclo y el daño que causa esta plaga en una nogalera.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se llevó a cabo en la nogalera de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, localizada en el km 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo en el ejido Venecia, Municipio de Gómez Palacio, Dgo., situada en 25° 46' 56" de latitud norte y 103° 21' 02" de longitud oeste, y a 1,110 msnm. Ésta es una huerta con manejo en transición a producción orgánica que cuenta con árboles en producción de las variedades Western y Wichita. Durante la primavera y verano de 2014, se realizaron muestreos cada dos semanas revisando al azar el área de goteo de 10 árboles, buscando presencia del salivazo del nogal en las ramas terminales tanto en brotes fructíferos como en vegetativos. Los brotes en que se encontró el insecto fueron etiquetados mediante un listón y fueron revisados subsecuentemente, determinando si existió daño en brotes vegetativos (muerte de la terminal) o en fructíferos (pérdida de nueces) atribuibles al daño del citado insecto. Las observaciones iniciaron el 3 de abril (con la floración) y se terminaron en Agosto 15 (nueces en llenado).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las primeras observaciones del salivazo se observaron el 3 de abril, que fue cuando iniciaron los muestreos, cabe señalar que las masas de “saliva que se encontraron denotaban que la infestación se había presentado con la brotación, pues las masas eran grandes. Al respecto, Tedders (1995) señala que el tiempo aproximado en una generación de *Clastoptera achatina* en nogal es de cerca de 49 días; en este caso, nuestra observación no fue tan fina como para denotar esa duración, pero el hallazgo de las primeras exuvias de ninfa el 22 de abril (Foto A, Figura 1) nos indicaron la aparición de los primeros adultos, sólo a los 21 días del inicio de las observaciones. Cabe señalar que la observación de la piel vieja de la ninfa fue consistente y, dado que los adultos de *C. achatina* son pequeños y muy escurridizos (Figura 1, Foto D) constituye una herramienta práctica interesante para detectar el cambio de estado en este insecto. Se pudo observar que, a no más de 10 cm de donde se observaban los restos de la masa de espuma ya seca, se podía encontrar sin mucha dificultad la exuvia de donde había emergido el adulto.



Figura 1.- Diversos aspectos del ciclo del salivazo del nogal (*Clastoptera achatina*). A) Exuvia (piel vieja de la ninfa). B) Masa de “espuma” de una ninfa joven sobre un brote vegetativo. C) Racimo infestado que muestra daño a una de las nueces. D) Adulto recién emergido.



El 27 de mayo fueron detectadas las primeras masas de “saliva” de la primera generación de campo; se presentaron en los brotes vegetativos tiernos (Foto B, Figura 1), éstas se observaron crecer, denotándose daños en algunas estructuras. De los brotes vegetativos etiquetados, sólo 40% mostraron daño, el brote se secó. Se encontraron nuevamente exuvias en Julio 22.

En el caso de los brotes fructíferos, el daño ocasionado por la segunda generación derivó en aborto de nuececillas en 35 % de los casos, no observándose daños de más de una nuez por racimo (Foto C, Figura 1).

Consistente con las observaciones de Tedders (1995), la población fue disminuyendo de una generación a otra, la máxima infestación fue del 18% de los brotes revisados (10 brotes por árbol, revisando 10 árboles al azar en cada ocasión) y esa infestación fue disminuyendo. Al respecto, Hall y colaboradores (2009) señalan que las infestaciones de salivazo deben ser tratadas con insecticidas cuando se encuentren 10 % de brotes con el insecto. Aguilar (2007) y Hall (sin año), coinciden en que es muy probable que el control de otras plagas afecta la población del salivazo de tal forma que su daño pasa desapercibido, el incremento que hemos denotado de sus poblaciones y la posibilidad de transmisión de la enfermedad del quemado bacterial de la hoja, sugieren que requerimos generar mayor información sobre esta plaga bajo nuestras condiciones. Definitivamente, un muestreo más continuo y un mecanismo de contabilización de adultos es requerido para generar mayor información sobre el ciclo de vida de este insecto en nuestra región.

### **CONCLUSIONES**

Se observaron dos generaciones del salivazo del Nogal, iniciando con el brote y casi desapareciendo en la etapa de endurecimiento de cáscara.

La observación de exuvias, resultó una herramienta muy útil para denotar la existencia de adultos en campo.

Aunque el daño no fue consistente en los brotes infestados, se observaron daños en nueces ya formadas, así como en brotes vegetativos.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilar P., H. 2007. Principales plagas del nogal pecanero en el Norte de Coahuila. Folleto técnico 14. INIFAP Zaragoza, Coah. 30 pp.
- Avila-Rodríguez, V. y U. Nava-Camberos. 2013. Infestaciones y daño del minador de aretes *Coptodiscapowellela* (Lepidoptera: Heliozelidae) en huertas de nogal de la Comarca Lagunera. In: Martínez, R., J.J., Puentes G., J., Vázquez N., J.M. y R. Santana R. (Eds.) 2013. Memoria de la 25ª Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 974 pp.

- García N., G., Tarango R., H.S. y A.A. Fontes P. 2013. Situación actual de insectos minadores asociados al nogal pecanero en el estado de Chihuahua. In: INIFAP. 2013. XIV Simposio Internacional de Nogal Pecanero 2013. CAE Costa de Hermosillo. 127 pp.
- Hall, J.M. (Sin Año). Pecan Spittlebug. Consultado en línea 17 de agosto de 2014. [http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/DF6932A5-681B-401A-8E8A-DFDD1C6F57F4/15326/PecanSpittlebug\\_sheet\\_.pdf](http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/DF6932A5-681B-401A-8E8A-DFDD1C6F57F4/15326/PecanSpittlebug_sheet_.pdf)
- Hall, J.M., Ring K.D. and D.K. Pollet .2009. Pecan Splittebug. In: Bug Biz. Louisiana State University Agricultural Center.Pub. 1886 (online only) 11/09 Rev. <http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/7620DB09-39D3-434E-8725-E42D7446EC39/63830/pub1886PecanSpittlebugsHIGHRES.pdf>
- Nava C., U. 1999. Manejo Integrado de plagas del nogal. Memoria del 1er. Curso de actualización fitosanitaria en el cultivo del nogal. ITESM, C.L.
- Nava C., U. y M. Ramírez D. 2002. Manejo Integrado de plagas del nogal. In: INIFAP. 2002. Tecnología de Producción de Nogal Pecanero.. CAE la Laguna. 220 pp.
- Quiñones P. F.J. 1997.- Morfología Biología y Hábitos de los pulgones del nogal.. In: Rodriguez B., L.A: y H.S. Tarango R. (Eds.) 1997. Manejo Integrado de Plagas del Nogal. Doble Hélice. Pags. 113-146
- SAGARPA-SIAP. 2013. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado>. Revisado el 17 de Agosto 2014
- Tarango R., S.H. 2007. Chinchas asociadas al nogal pecanero. In: INIFAP. 2007. Memoria del Seminario de Nogal Pecanero 2007. CAE Costa de Hermosillo. Memoria Técnica 24. 93 p.p.
- Tedders, W.L. 1995. Identity of spittlebug on pecan and life history of *Clastopteraachatina* (Homoptera: Cercopidae). Journal of Economic Entomology 88(16): 1641-1649

# SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

---

## **IMÁGENES SATELITALES EN LA VALORACIÓN DEL ESTRÉS HÍDRICO Y NUTRIMENTAL DEL MANZANO**

**Jesús Pilar Amado Álvarez<sup>1</sup>, Lara Wiebe Quintana<sup>1</sup>, Luís Carlos Alatorre Cejudo<sup>1</sup>, Anabel López Paniagua, Alejandro Castañón Rivera<sup>1</sup>, Jessica Cera Campos<sup>1</sup> y Ángel Adrián Sáenz López<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Unidad Multidisciplinaria de la UACJ en Cuauhtémoc- Licenciatura en Geoinformática, Km 3.5 Carretera Cuauhtémoc-Anáhuac S/N Domicilio conocido Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido Cuauhtémoc C.P. 31600 Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel 0052+625-128-17-00, e-mail: [jesus.amado@uacj.mx](mailto:jesus.amado@uacj.mx)

### **INTRODUCCIÓN**

El consumo hídrico de un cultivo se puede calcular evaluando la evapotranspiración. Para determinar directamente la evapotranspiración destacan los métodos del equilibrio hídrico en el suelo, por lisímetros y los micro meteorológicos. El método por lisímetros consiste en usar recipientes enterrados con un volumen de suelo, y se determinan algunos términos del equilibrio hídrico. Éste es el método más preciso para la determinación directa de la evapotranspiración de referencia, si su instalación es correcta (Bernardo *et al.*, 2005). Dado que la evapotranspiración del cultivo (*ETc*) está relacionada directamente con la evapotranspiración de referencia (*ETo*), su determinación es fundamental para manejo adecuado del riego agrícola.

Cerca de 80 países, con 40 % de la población mundial, padecen problemas graves por escasez de recursos hídricos (Walker y Skogerboe, 1987). Sólo 20 % de la superficie cultivada mundial es con riego y varias zonas tienen problemas de incertidumbre en los volúmenes disponibles en sus fuentes de abastecimiento. El riego es indispensable para asegurar rendimientos comerciales aún en zonas con precipitación alta (Wanjura y Upchurch, 2000). El agua es un bien escaso y vital que asegura la producción agrícola económicamente viable; en México las zonas grandes de riego se ubican en regiones áridas y semiáridas que requieren regulación y distribución adecuada del agua, (Flores *et al.*, 2012).

Existe una fuerte correlación lineal positiva entre el nitrógeno y la clorofila, la fotosíntesis, la síntesis proteica y el contenido de nitrógeno foliar, como fuera demostrado por diferentes autores (Boussadia *et al.*, 2010; Meziane *et al.*, 2001; Vos *et al.*, 2005; Evans, 1989). Las concentraciones de proteínas, azúcares, clorofila y nitrógeno total comienzan a disminuir en tejidos foliares cuando comienza el proceso de senescencia (Spencer y Titus, 1972). Por lo tanto es posible esperar que la fertilización nitrogenada durante el período de pos cosecha afecte de alguna forma el proceso de senescencia.

El objetivo del presente estudio fue cuantificar el agua absorbida por el manzano basándose en la medición de la ET<sub>0</sub>, y el estado nutrimental del manzano usando técnicas de teledetección apoyadas en la reflectancia espectral, satélite Landsat TM y ETM+, a fin de estimar la relación entre el NDVI y los elementos nutrimentales

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio se localiza en la región manzanera de Cuauhtémoc, Chihuahua, México, la cual se encuentra localizada entre las coordenadas 28°13'19" y 28°59'35" de latitud norte, así como los 106°34'39" y 107°10'33" de la longitud oeste, con un área total de 2,035 km<sup>2</sup>. Según la Comisión Nacional del Agua (2010) el lugar presenta una precipitación anual de 415.7 mm, con clima semis eco templado y una temperatura media anual de 14.6°C y los 38°C a lo largo del año. La distribución espacial de las 10 granjas estudiadas se muestra en la Figura 1, donde se puede apreciar que se consideraron los cinco municipios más importantes, en el Estado de Chihuahua, para la producción de Manzano.

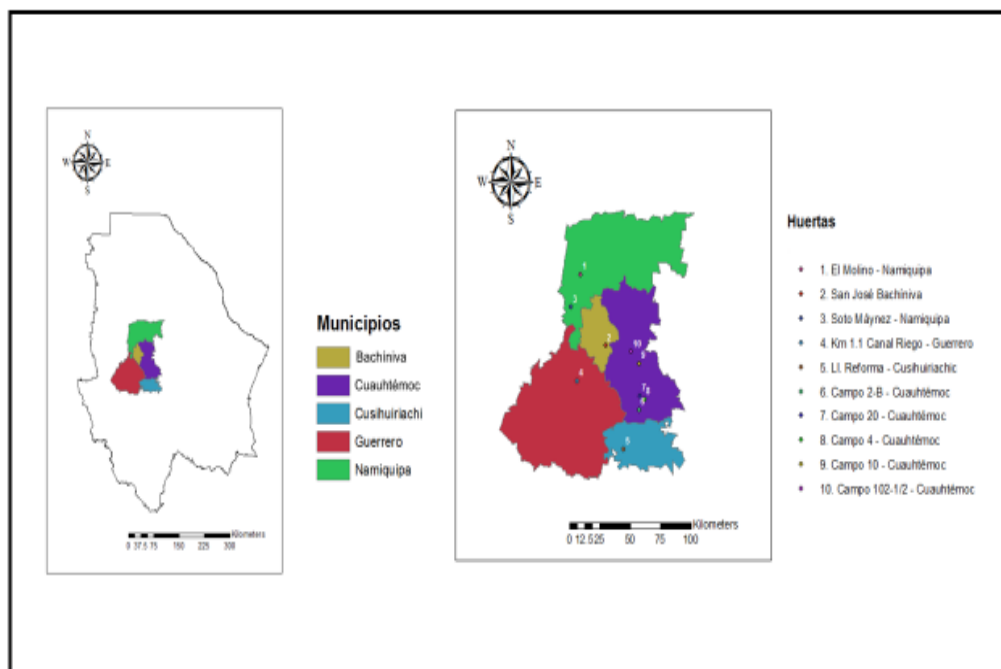


Figura 1. Localización general del área de estudio, Municipios en los que se localizan cada una de las 10 huertas de manzano. Ciclo 2012-2013.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Evapotranspiración potencial (Eto)**

Se calcularon en promedio para toda la región 1739 mm, durante el ciclo 2012, año muy seco, con fuertes problemas en el manejo del agua de riego. En el Ayuntamiento de Cuauhtémoc, (Figura 2a, Eto =1755 mm), es donde más se desperdicia el vital líquido; aunque el productor cuenta con riego por micro aspersión, de acuerdo con Parra *et al.*, (2009), se han registrado volúmenes de agua aplicada de  $12,370 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , cuya eficiencia de productividad (30 toneladas de fruta por hectárea) es de  $2.4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , siendo que utilizando la técnica de riego controlado, que consiste en suspender el riego desde plena floración hasta 49 días después de la misma, después riego normal hasta cosecha; la eficiencia de producción se puede incrementar, hasta 7.6 (38 toneladas de manzana por hectárea, utilizando un volumen de  $5,000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). En el Municipio de Guerrero Chihuahua, (Figura 2b) se reportaron 1731 mm de Evapotranspiración potencial, para el ciclo 2012, este municipio se enclava dentro de la cuenca hidrológica del río Papigochi, donde se ubica la presa Abraham González, y los fruticultores tienden a sobre-irrigar sus predios.

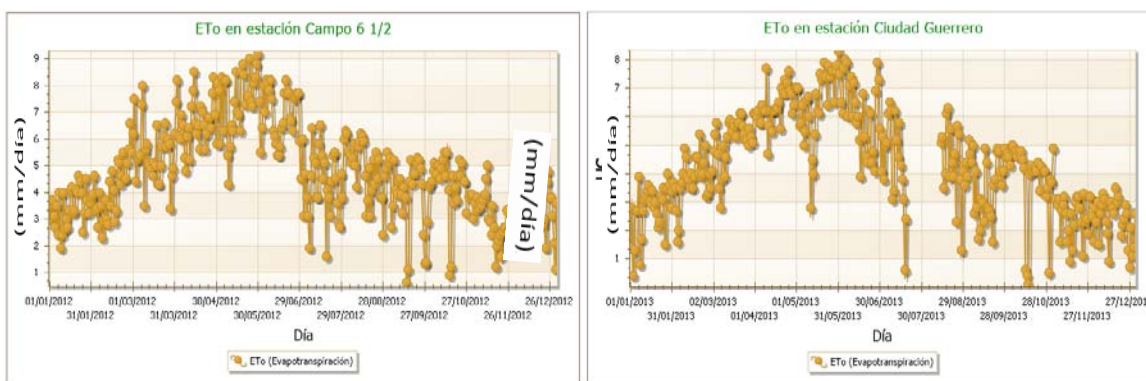


Figura 2. Registro de la Evapotranspiración Potencial ( $\text{mm día}^{-1}$ ), para los municipios de Cuauhtémoc (2a, Campo 6-1/2) y Guerrero (2b), Chihuahua. Ciclos 2012-2013.

Los huertos de Namiquipa, (Figura 3b) donde la Eto fue de 1715 mm para el ciclo 2012, son de los que más padecen el estrés hídrico, ya que la disponibilidad del recurso es limitada. De manera similar en la municipalidad de Bachiniva, donde la demanda atmosférica arrojó valores de 1739 mm para el ciclo 2012, el predio sufrió graves problemas de estrés hídrico, y sobrevivió prácticamente con el agua de lluvia (alrededor de 300 mm, para el mismo ciclo. En Cusihiuriachi, (Figura 3a) la demanda de Eto fue de 1755 mm y lluvias alrededor de los 300 mm, con grandes problemas de nutrición y estrés hídrico.

De acuerdo con Shanahan (2003), el análisis por sensores remotos se define como el arte y la ciencia de obtener información acerca de los objetos, sin tener contacto físico directo con ellos.

Este tipo de tecnología puede usarse para el monitoreo de características biofísicas importantes y actividades humanas sobre la tierra. Algunas aplicaciones importantes del análisis mediante sensores remotos son, calentamiento global, en la agricultura, condiciones de los cultivos, como estado nutricional e hídrico.

De manera general se puede decir que la evapotranspiración potencial promedio dentro de la zona de estudio fue mayor durante el ciclo 2012 ( $E_{to} = 1739$  mm), en comparación con el 2013 ( $E_{to} = 1570$  mm) con 167 mm; por supuesto que una de las variables que más afectó fue la lluvia promedio, la cual en el 2012 se presentó alrededor de los 300 mm, mientras que para el ciclo 2013, superó los 550 mm.

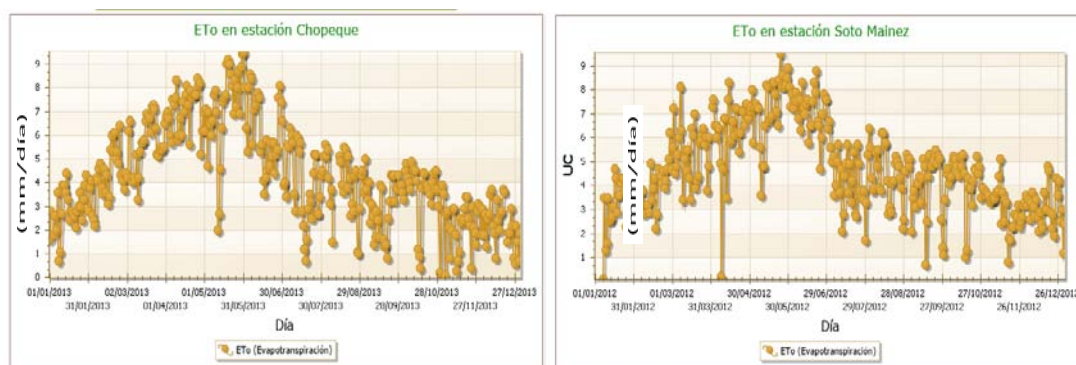


Figura 3. Registro de la Evapotranspiración Potencial ( $\text{mm día}^{-1}$ ), para los municipios de Cusiuhiriachic (3a) y Namiquipa (3b), Chihuahua Ciclo 2012-2013.

### Características de los parámetros de crecimiento

El riego y la fertilización son dos aspectos clave en el manejo de una explotación frutícola y son determinantes a la hora de obtener unos buenos resultados productivos y cualitativos. Ambos factores influyen en el crecimiento vegetativo del árbol, en el desarrollo del fruto y en la producción final y la calidad del fruto. Además siendo la manzana un producto destinado, en un porcentaje elevado, a larga conservación, el manejo adecuado del riego y abonado, sobretodo nitrogenado, son fundamentales para asegurar una buena calidad del producto después de la frígida conservación (Rufat, *et al.*, 2002).

En el Cuadro 1, se puede apreciar que, el huerto del Campo 102-1/2, es donde se registraron los valores más grandes de todos los huertos estudiados: 43 cm de alto del nivel del suelo a donde comienza la copa del árbol, el diámetro del tronco del árbol fue de 124.4 cm (muy grande), el crecimiento vegetativo apical, 18.43 cm, adecuado para la variedad Golden Delicious y en equilibrio con la relación entre los parámetros de crecimiento respecto a los

parámetros de producción, ya que si un árbol crece mucho lo normal es que produzca poco, por la relación inversa entre estas variables.

Para la programación adecuada del suministro de los recursos hídricos en árboles frutales es de mucha importancia, conocer el % de cobertura total, donde se relaciona el volumen total del árbol en relación a su densidad de plantación. Con esta información también, se puede distinguir el espacio donde se hará la aplicación de los fertilizantes, ya que adecuada existe una relación directa entre el tamaño de la copa del árbol, respecto a donde se encuentran las raíces adsorbentes del árbol, las cuales no rebasan los 3 mm de diámetro.

Cuadro 1. Parámetros de crecimiento en árboles de manzano por huerto. En los Municipios de Namiquipa, Bachiniva, Guerrero, Cuauhtémoc y Cusihuiriachic, Chihuahua, durante los ciclos 2012-2013. UACJ- Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua.

No	Altura de Tronco (cm)	Ø (cm) Tronco	Crecimiento Vegetativo Apical (cm)	Sistema de Plantación (m)	Ø $\mu$ (m)	% Cobertura
1	45.8	52.0	6.0	3.25 * 4.0	3.73	83.25
2	48.0	37.2	7.33	4.3*2.25	3.11	72.32
3	58.0	92.0	14.10	6.3*4.5	4.82	76.50
4	63.0	98.0	15.73	4.0*4.0	4.45	111.25
5	70.0	54.8	15.4	5.0*5.0	2.60	29.31
6	57.0	37.6	33.71	2.9*4.7	3.40	72.34
7	47.0	75.6	11.45	4.4*2.4	3.31	75.22
8	31.4	90.2	23.46	5.0*6.2	4.33	69.83
9	37.6	54.2	29.13	4.6*3.1	3.72	80.86
10	43.0	124.4	18.43	6.1 *6.1	5.65	92.62

### Nitrógeno

La mayor concentración de nitrógeno en todos los huertos en general se registro en la época temprana de la fisiología el manzano (a partir de los últimos días de mayo), la cual va disminuyendo conforme avanza la estación de crecimiento, ya que este elemento se va a la división y elongación celular para el crecimiento del fruto. En la Figura 5a, se puede apreciar la relación entre la concentración de nitrógeno foliar respecto a la tecnología obtenida con los sensores remotos sobre la caracterización biofísica, debido a las propiedades ópticas de las hojas verdes, la absorción en la banda espectral del rojo del espectro electromagnético es muy alta, el modelo que representa esta relación es de segundo orden con un coeficiente de determinación  $r^2=0.80$ , muy altamente significativo).

El modelo obtenido indica que el óptimo de la concentración del manzano (2.0 % de N total), corresponde a un valor de 0.5 NDVI, (Figura 4a) mientras que productos inferiores acusan deficiencias, de nitrógeno y datos superiores, Excesos de nitrógeno, lo cual trae como consecuencia frutos muy verdes y de bajos vida de anaquel, lo cual reduce la calidad del fruto.



Trabajos similares han sido verificados experimentalmente por (Meza y Blackburn, 2003; Gilabert *et al.*, 2002 y Yoshioka *et al.*, 2000).

### Fósforo

La relación del P, respecto al NDVI, se muestra en la Figura 4b, representada por un modelo exponencial ( $Y = 0.0789 X^{0.3024}$ ), cuyo coeficiente de determinación fue muy altamente significativo. Es importante remarcar que representa el 71 % de los datos procesados y explica los valores entre 0.05 y 0.1 % del nutriente en cuestión obtenido dentro del follaje del manzano. Al respecto Huete (1988), registró relaciones empíricas calculadas entre las variables biofísicas de los cultivos y los índices de vegetación con dos bandas del espectro electromagnético (el rojo y el infrarrojo cercano).

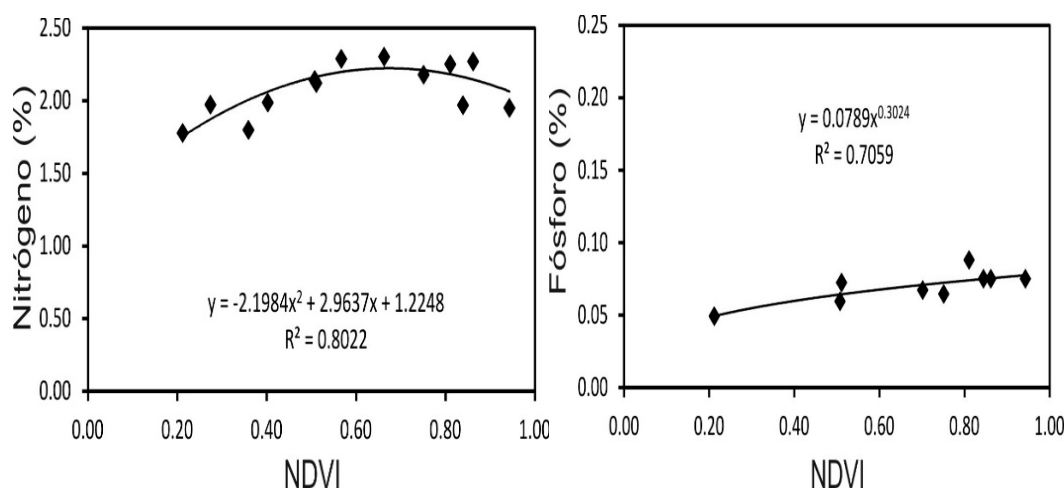


Figura 4. Relación entre la concentración de Nitrógeno (4a); Fósforo (4b) en las hojas de manzano y el NDVI. Ciclo 2012. UACJ. Cuauhtémoc, Chihuahua.

### CONCLUSIONES

El estrés hídrico, en huertos de manzano se manifestó principalmente en Namiquipa, Bachiniva y Cusihuirachi. La evapotranspiración potencial promedio dentro de la zona de estudio fue mayor durante el ciclo 2012 ( $E_{to} = 1739$  mm), en comparación al 2013 ( $E_{to} = 1570$  mm) con 167 mm; por supuesto que una de las variables que más afectó fue la lluvia promedio, la cual en el 2012 se presentó alrededor de los 300 mm, mientras que para el ciclo 2013, superó los 550 mm. La relación entre el NDVI y la concentración de los elementos en las hojas de manzano fueron correlacionadas adecuadamente mediante modelos estadísticos de segundo orden (N, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y B); de tercer grado (K y Zn); mientras que el P se armonizó mediante una ecuación exponencial.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al CONACYT, a la Unidad Multidisciplinaria de la UACJ-Cuauhtémoc y al Colegio de Posgraduado, por el apoyo otorgado para el desarrollo de la presente investigación.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Bernardo, S., A. A. Soares, e E. C. Mantovani. 2005. Manual de Irrigação. 7ª Ed. Viçosa-MG: Imprensa Universitária, 611 p.
- Flores-Gallardo, H., W. Ojeda-Bustamante, H. Flores-Magdaleno, E. Mejía-Sáenz, y E. Sifuentes-Ibarra. 2012. Grados día y la programación integral del riego en el cultivo de papa. *Terra Latinoam.* 30(1): 59-67.
- Walker, W. R., and G. V. Skogerboe. 1987. *Surface Irrigation "Theory and Practice"*. Prentice-Hall. Utah State University. Logan, UT, USA. 368 p.
- Wanjura, D. F., and D. R. Upchurch. 2000. Canopy temperature characterizations of corn and cotton water status. *Trans. ASAE* 43(4): 867-875.

## VINCULO ESPECTRAL ENTRE EL NDVI Y LA CONGREGACIÓN DENITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EN HOJAS DE MANZANO

Jesús Pilar Amado Álvarez<sup>1</sup>, Sonia Miramontes Beltrán<sup>1</sup>, Luís Carlos Alatorre Cejudo<sup>1</sup>, Anabel López Paniagua, Ángel Adrián Sáenz López<sup>1</sup> Juan Diego Maldonado Marín<sup>1</sup> y Jessica Cera Campos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Unidad Multidisciplinaria de la UACJ en Cuauhtémoc- Licenciatura en Geoinformática, Km 3.5 Carretera Cuauhtémoc-Anáhuac S/N Domicilio conocido Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido Cuauhtémoc C.P. 31600 Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel 0052+625-128-17-00, e-mail: [jesus.amado@uacj.mx](mailto:jesus.amado@uacj.mx)

### INTRODUCCIÓN

Hay una relación directa entre el porcentaje de fotosíntesis, absorción luminosa y concentración de nitrógeno foliar, (Broge y Leblanc 2000). Un contenido menor al óptimo de N en la cubierta vegetal es fácilmente detectable, (Schröder *et al.*, 2000), mientras que el exceso de N no se estima adecuadamente, (Wood *et al.*, 1993). Sin embargo, Blackmer *et al.*, (1994), mostraron que con la reflectancia medida a 550 nm se obtienen buenas correlaciones entre la concentración de N foliar y la clorofila estimada, pero es necesario un amplio intervalo de N disponible (Zarco *et al.*, 2004).

La teledetección permite medir la reflectancia de la luz incidente en diferentes longitudes de onda y se ha relacionado con el crecimiento vegetal y el rendimiento. El uso de índices vegetativos permite a los usuarios relacionar las diferencias en la reflectancia con los cambios en las características del dosel (Hatfield *et al.*, 2008). El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), que combina las señales de reflectancia de la banda del espectro electromagnético del infrarrojo cercano (NIR), tiene amplia aceptación con base en su facilidad de uso; sólo requiere dos longitudes de onda y las características de la planta que se ha correlacionado, (Ruimy *et al.*, 1994). El NDVI es una medida de la capacidad fotosintética de las plantas y la resistencia estomática con respecto a la transferencia de vapor de agua y se utiliza para evaluar la concentración de N en la planta, el contenido de clorofila, biomasa de hojas verdes y el rendimiento de grano (Pinter *et al.*, 2003; Shanahan *et al.*, 2003; Solari *et al.*, 2008).

El objetivo de esta investigación fue examinar la viabilidad de usar las técnicas de teledetección apoyadas en la reflectancia espectral, satélite Landsat TM y ETM+, sobre el manzano para obtener información en tiempo real a fin de estimar la posible relación entre el NDVI y variables bioquímicas foliares (Nitrógeno, Fósforo y Potasio).

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de estudio, selección de los huertos y características principales.** Los sitios de estudio se localizaron en la región manzanera más importante de Chihuahua, México, entre 28°13'19" y 28°59'35" N, y 106°34'39" y 107°10'33" O, con una superficie de 2,035 km<sup>2</sup>. Según la Comisión Nacional del Agua (2012), la zona presenta una precipitación y temperatura media anual de 415.7 mm y 14.6 °C, respectivamente con clima semi-seco templado. Durante los ciclos 2012-2013, se seleccionaron, caracterizaron y estudiaron 25 huertos de manzano, en producción; la distribución espacial se muestra en la Figura 1.

**Fechas de muestreo y determinación de la concentración nutrimental.** Se realizaron seis campañas de campo para tomar las muestras de las hojas durante el ciclo 2012, de la sección media de los dardos vegetativos en árboles seleccionados al azar (a una altura entre 1 y 2 m) cada 15 días desde Mayo hasta el 15 de Agosto, de acuerdo con la metodología de (Yuri, 2002). La determinación de las concentraciones totales de Nitrógeno, Fosforo y Potasio, se realizó en el laboratorio del Colegio de Posgraduados, en Montecillo, Estado de México, de acuerdo a la metodología de Etchevers (1992). El rango de clasificación e interpretación de los resultados, fueron comparados con lo reportado por (Shear y Faust, 1980).

**Obtención y depuración de los datos de teledetección.** Las afectaciones por perturbaciones radiométricas, como la iluminación solar y las condiciones atmosféricas, fueron resueltas, mediante la creación de compuestos multitemporales y filtrados, según Gutman *et al.*, (1995). El efecto atmosférico sobre la señal electromagnética se corrigió usando el modelo de transferencia radiactiva 6S, según, Vermote *et al.*, (1997), posteriormente se eliminó el efecto de iluminación causado por la irregularidad del terreno, con un modelo de reflectividad anisotrópico, Riaño *et al.*, (2003). Las características de los modelos empleados (SPOT, Systeme pour l'Observation de la Terre), se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Principales características de las imágenes utilizadas SPOT 5.

Banda	Amplitud de la banda ( $\mu\text{m}$ )	Región espectral	Resolución espacial
SPOT-B1	0.50 – 0.59	Verde	10
SPOT-B2	0.61 – 0.68	Rojo	10
SPOT-B3	0.78 – 0.89	Infrarrojo Cercano	10
SPOT-B4	1.58 – 1.75	Infrarrojo Medio	20

**Análisis estadístico.** Para la determinación de los modelos matemáticos entre la concentración de los elementos nutrimentales en hojas de manzano, las valías medias de reflectividad en las bandas SPOT-B1, SPOT-B2 y SPOT-B3, así como los datos promedio del NDVI, en cada una de las huertas del frutal elegido, se seleccionaron todos los píxeles contenidos dentro del polígono que delimitan a cada huerta en correspondencia a las imágenes del satélite SPOT 5. El registro de la magnitud de las relaciones y su significancia estadística (el  $r^2$  indica el porcentaje de variabilidad de los datos de Y (concentración de elementos nutrimentales en hoja de manzano registrados *in situ*), explicados en función de la incertidumbre de los fundamentos de X (información espectral de los valores intermedios en las bandas SPOT 5 y el NDVI)), se calcularon mediante modelos estadísticos considerando el coeficiente de correlación de Pearson, citado por (Spiegel, 1992).

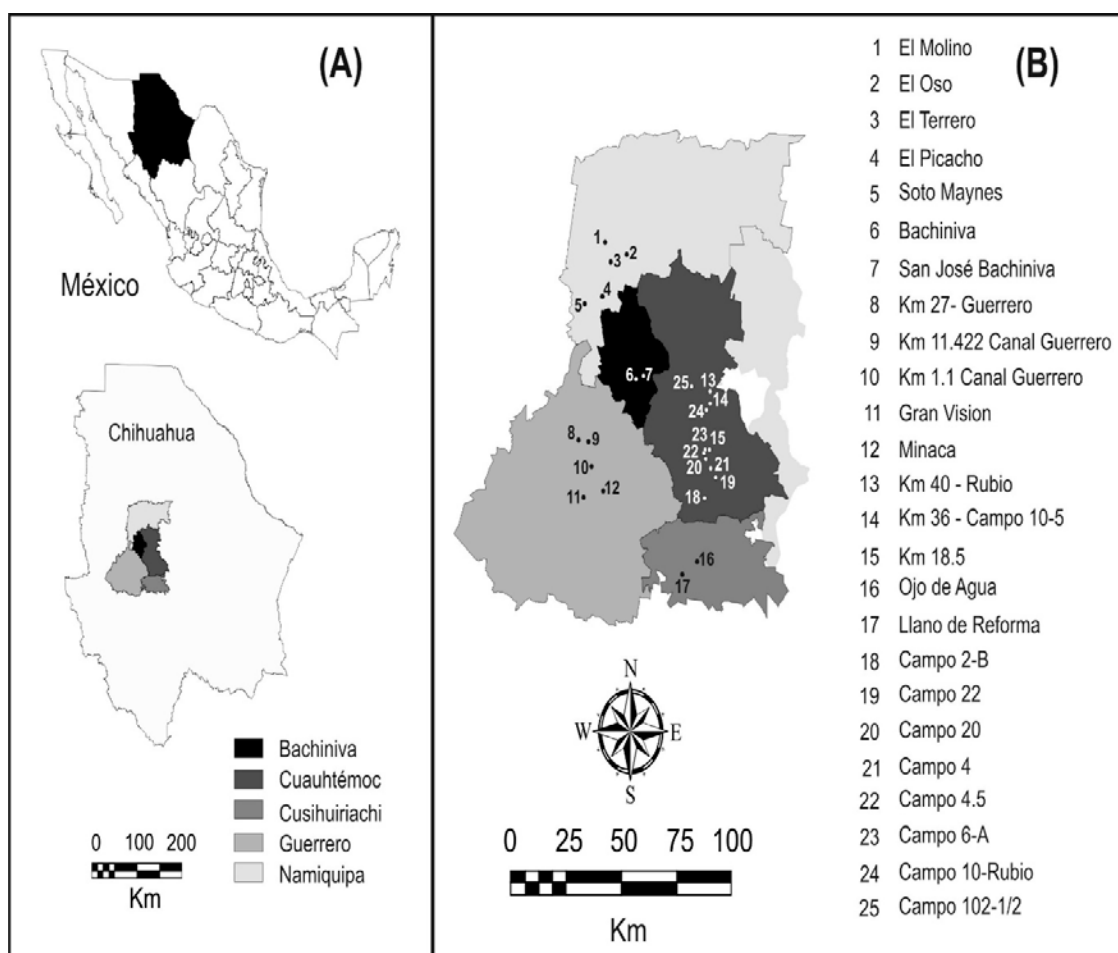


Figura 1. Localización general del área de estudio: A) Municipios en los que se distribuyen las huertas de manzano; B) Ubicación de cada uno de los sitios.

**Infraestructura usada en el desarrollo del proyecto.** Para obtener el análisis espacial, se apoyó en la infraestructura del Laboratorio de Análisis Urbano Territorial (LAUT) de la UACJ, Campus Cuauhtémoc, razonando Sistemas de Información Geográfica Regional, obtenidos a lo largo de más de 10 años, manejando los software ArcGis, SIG ArcView 3.9, (ESRI) (EnvironmentalSystemeResearchInstitute, 2010).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Nitrógeno.** Los resultados de la concentración de nitrógeno total en las hojas de los árboles de manzano, muestran que la mayor congregación en todos los huertos se registró en la época temprana de la fisiología del manzanal (a partir de los últimos días de Mayo), la cual va disminuyendo conforme avanza la estación de crecimiento, ya que este elemento es utilizado en la división y elongación celular para el crecimiento del fruto. En la Figura 2, se puede apreciar la relación entre la concentración de nitrógeno foliar respecto a la tecnología obtenida con los sensores remotos sobre la caracterización biofísica, ((de 0.2 a 0.4 NDVI acusan deficiencias de nitrógeno; el óptimo de la concentración del manzano (2.0 % de N total), corresponde a un valor de 0.5 NDVI y de 0.6a 0.92NDVI, excesos de nitrógeno)), debido a las propiedades ópticas de las hojas verdes, la absorción en la banda espectral del rojo del espectro electromagnético es muy alta, el modelo que representa esta relación es de segundo orden ( $Y = -2.1984 X^2 + 2.9637 X + 1.2248$ , con un  $r^2 = 0.80$ ). Estos efectos coinciden con los reportados por Solari *et al.*, (2008), quienes indicaron que el NDVI tiene aceptación por la facilidad de adaptarlo casi a cualquier condición.

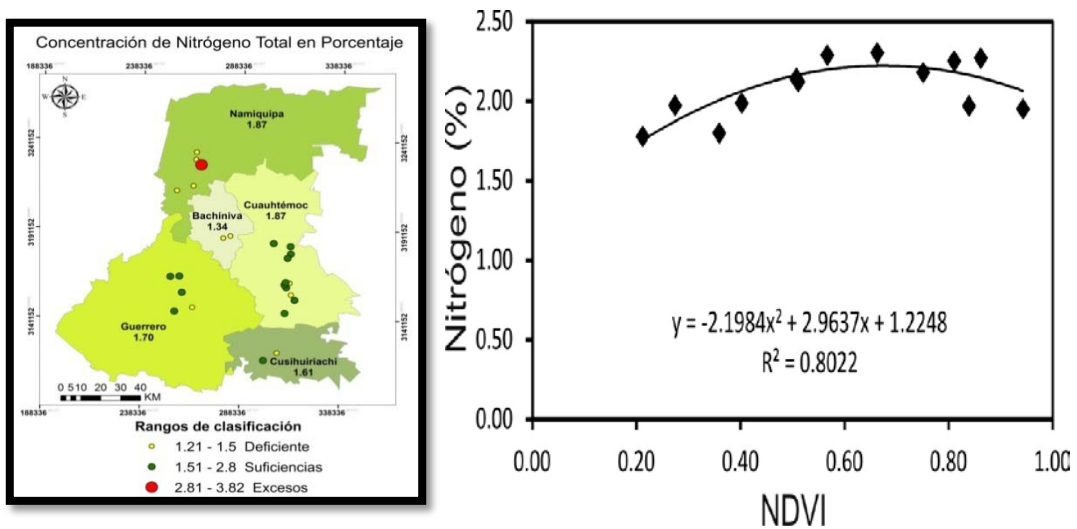


Figura 2. Distribución y relación entre la concentración de nitrógeno (%) en las hojas de manzano y el NDVI. Ciclo 2012. UACJ. Cuauhtémoc, Chihuahua.

**Fósforo.** La relación del fósforo, respecto al NDVI, se muestra en la Figura 3, representada por un modelo exponencial ( $Y = 0.0789 X^{0.3024}$ ), cuyo coeficiente de determinación fue muy altamente estadísticamente significativo. Es importante remarcar que representa el 71 % de los datos procesados y explica los valores entre 0.05 y 0.1 % del nutriente en cuestión obtenido dentro del follaje del manzano. Al respecto, Huete (1988), registró relaciones empíricas calculadas entre las variables biofísicas de los cultivos y los índices de vegetación con dos bandas del espectro electromagnético (el rojo y el infrarrojo cercano).

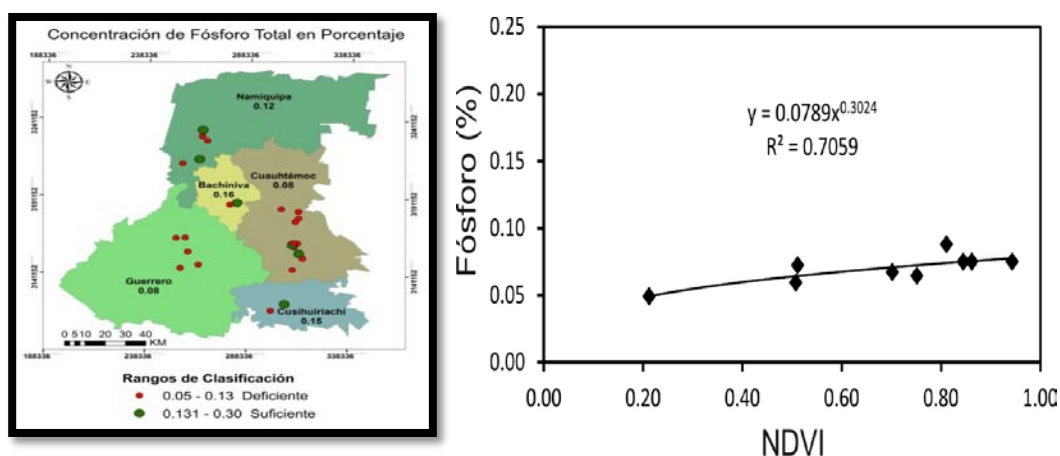


Figura 3. Distribución y relación entre la concentración de fósforo (%) en las hojas de manzano y el NDVI. Ciclo 2012. UACJ. Cuauhtémoc, Chihuahua.

**Potasio.** La relación de la concentración de potasio (%), con el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI), se puede apreciar En la Figura 4, la cual es representada por un modelo de tercer grado ( $Y = -1.2445 X^3 + 1.1394 X^2 + 0.1653 x + 0.4385$ ) y alto coeficiente de determinación ( $r^2 = 0.72$ ). Este modelo solo representa a los huertos de manzano con deficiencias de potasio, donde los valores, fluctuaron de 0.20 a 0.95 de NDVI. Sobre el tema, Liu y Hute (1995), indican que los resultados con NDVI dependen de las hipótesis consideradas en relación con la estructura del problema.

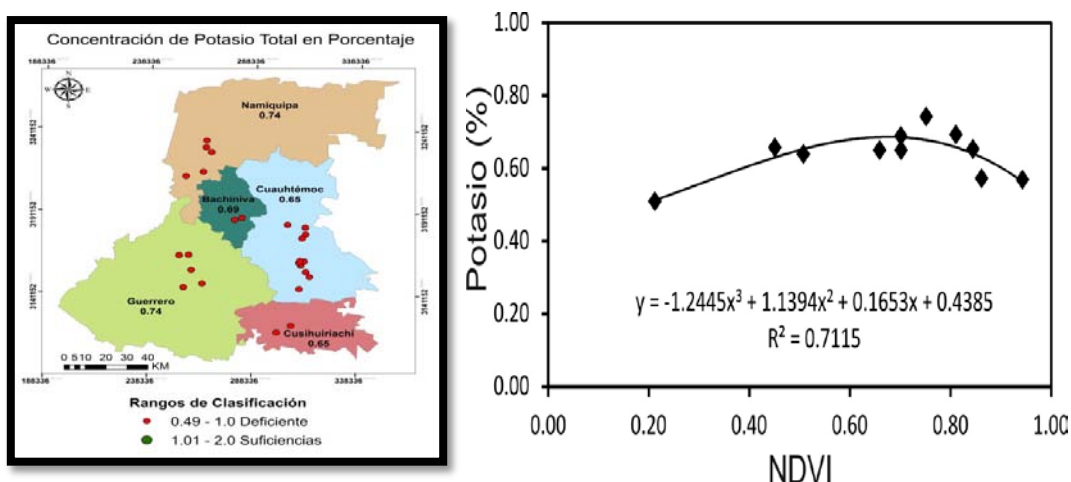


Figura 4. Distribución y relación entre la concentración de Potasio (%) en las hojas de manzano y el NDVI. Ciclo 2012. UACJ. Cuauhtémoc, Chihuahua.

## CONCLUSIONES

El uso de las imágenes de satélite considerando la reflectancia espectral en el diagnóstico nutrimental del manzano resultó una herramienta que puede ser implementada con grandes ventajas, respecto a la fertilización tradicional de este frutal. La relación entre el NDVI y la concentración de los elementos en las hojas de manzano fueron correlacionadas adecuadamente mediante modelos estadísticos de segundo orden (Nitrógeno); de tercer grado (Potasio); mientras que el Fósforo se armonizó mediante una ecuación exponencial.

## AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT, a la Unidad Multidisciplinaria de la UACJ-Cuauhtémoc y al Colegio de Posgraduado, por el apoyo otorgado para el desarrollo de la presente investigación.

## BIBLIOGRAFIA

- Broge, N. H., and E. Leblanc. 2000. Comparing prediction power and stability of broadband and hyper spectral vegetation indices for estimation of green leaf area Index and canopy chlorophyll density. *Remote Sensing Environ.* 76: 156-172.
- Environmental System Research Institute (ESRI) 2010. ArcView 3.9. ArcScript, disponible en: <http://www.arcscripts.esri.com/> [Accesado el día 25 de Junio de 2013]
- Etchevers B., J. D. 1992. Manual de Métodos para análisis de suelos, plantas, aguas y Fertilizantes. Análisis rutinario en estudios y programas de fertilidad. Laboratorio de Fertilidad, C. P. Montecillo, Estado de México.
- Gutman, G., D. Tarpley, A. Ignatov, and S. Olson. 1995. The enhanced NOAA global land dataset from the advanced very high resolution radiometer. *Bulletin of the American Meteorological Society.* 76: 1141-1156.
- Fallahi, E. 1997. Preharvest nitrogen optimization for maximizing yield and postharvest fruit quality of apples. *Acta Horticulturae* 448: 415-419.



- Hatfield J. L., A.A. Gitelson and J. S. Schepers. 2008. Applications of spectral remote sensing for Agronomic decisions. *Agronomy J. Supplement*: 117-131.
- Huete, A. R. 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*. 25:295-309.
- Liu, H. Q. and A. Hute. 1995. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise. *Geoscience and Remote Sensing*.33: 457-465.
- Pinter P.J., J.L. Hatfield, J.S. Schepers, E.M. Barnes, S.M. Moran, C.S. Daughtr and Upchurch D.R. 2003. Remote sensing for crop management. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 69:647-664.
- Pinter P.J., J.L. Hatfield, J.S. Schepers, E.M. Barnes, S.M. Moran, C.S. Daughtry and Upchurch D.R. 2003. Remote sensing for crop management. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 69:647-664.
- Riaño, D., E. Chuvieco and I. Aguado. 2003. Assessment of different topographic Corrections in Landsat TM data for mapping vegetation types. *IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing*, 41(5): 1056–1061.
- Solari F., J. Shanahan, R. B. Ferguson, and A.A. Gitelson. 2008. Actives sensor reflectance measurements of corn nitrogen status and yield potential. *Agronomy J.* 100: 571-579.
- Spiegel, M. 1992. "Correlation Theory." Ch. 14 in *Theory and Problems of Probability and Statistics*, 2<sup>nd</sup> ed. New York. McGraw-Hill: 294-323.
- Yuri, J.A. 2002. El receso en frutales. *Boletín Técnico Volumen 2 Número 4*. Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. 4p.
- Zarco T., P.J., Miller, J.R., Berjón, A. and Agüera, J. 2004. Hyper spectral Índices and Model Simulation for Chlorophyll Estimation in Open-Canopy Tree Crops, *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 463-476.

## IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE ORÉGANO (*Lippiagraveolens* H.B.K.) EN NUEVO LEÓN

Oscar Ulises Martínez-Burciaga\*<sup>1</sup>, David Castillo-Quiroz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP, Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. Tel. (844) 4-82-81-90 y 93.  
[martínez.oscar@inifap.gob.mx](mailto:martínez.oscar@inifap.gob.mx)

### INTRODUCCIÓN

El orégano (*Lippiagraveolens* H.B.K.) Verbenaceae, es un recurso forestal no maderable de importancia económica y social para los pobladores de las zonas áridas y semiáridas de México. Se distribuye en una superficie aproximada a 35.5 millones de hectáreas. Esta especie tiene una diversidad de usos, por su contenido de aceites esenciales como el Thymol y Carvacrol (Sáenz y Villavicencio, 1993) tienen propiedades antioxidantes, fungicidas y bactericidas y como conservador natural y saborizante de alimentos, como embutidos, alimentos procesados en fresco y enlatados, (CONAFOR, 2007). Estudios recientes han demostrado la eficacia de los extractos fenólicos obtenidos del orégano para el control orgánico de *Rhizoctoniasolani* (Hernández *et al.*, 2010).

Al igual que otras especies vegetales de las zonas áridas y semiáridas de México, *L. graveolens* ha estado sometida a un manejo intensivo y de manera irracional, y aunado a las condiciones climáticas adversas, han ocasionado que sus poblaciones naturales se vean reducidas, de tal forma que es cada vez más difícil su aprovechamiento dado a los fuertes daños ocasionados en los ecosistemas en donde habita. Al respecto, en el Campo Experimental Saltillo del INIFAP, se han realizado acciones para lograr un aprovechamiento racional y sostenido del recurso y la recuperación de las poblaciones naturales, dichas acciones implican desde estudios de distribución y ecología del orégano (Castillo y Sáenz, 1993), determinación de ecotipos productores de aceites esenciales (Villavicencio *et al.*, 2007a), metodologías para la evaluación y manejo bajo condiciones naturales (Sáenz y Villavicencio, 1993; Villavicencio *et al.*, 2007b), hasta su domesticación a través de técnicas para el establecimiento y manejo agronómico de plantaciones comerciales bajo fertilización y riego (Villavicencio *et al.*, 2009).

De manera general en las regiones áridas y semiáridas del estado de Nuevo León, los suelos destinados al uso agrícola, ganadero y forestal se han realizado sin ninguna planeación, que muestren su uso el potencial productivo y el efecto ambiental de los diferentes usos, estos son hechos de forma y en lugares inadecuados, lo que ha dado como resultado, en daños al ambiente, explotación económicamente ineficiente y pérdida de recursos naturales

principalmente suelo y agua. Por lo tanto, es fundamental la búsqueda de alternativas productivas que se ajusten a las condiciones determinadas por los factores agroclimáticos que representen ingresos económicos para los pobladores y sobre todo que ayuden a restablecer la cubierta vegetal en áreas carentes de ella y que a través de un uso apropiado, se puedan establecer sistemas de aprovechamiento eficaces. Lo anterior constituye un reto en la planeación y manejo sustentable de los recursos naturales, ya que de la integración del manejo de los recursos depende su rehabilitación y/o restauración; caso especial es el suelo, el cual como recurso limitado en extensión y posibilidades productivas, aunado a la distribución de la tenencia de la tierra, dificulta la aplicación de prácticas de manejo innovadoras que van en contra de formas de manejo tradicionales (Martínez y Lara, 2003).

El presente estudio está basado en la bondad que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica, para analizar una gran cantidad de información espacialmente referenciada, que permite identificar los atributos de cada uno de los factores de la producción, permitiendo conjuntarlos para determinar las áreas que reúnen los requerimientos agroclimáticos que demandan las especies vegetales, como es caso del orégano, para producir con buen potencial.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente estudio se realizó para las regiones áridas y semiáridas del estado de Nuevo León, el cual se localiza en la región noreste de México, con una extensión de 64,555 km<sup>2</sup>, que constituye el 3.28% de la superficie del país, situado, entre los 23° 15' y 27° 50' de Latitud Norte y 98° 20' y 101° 24' de Longitud Oeste. La división política del estado de Nuevo León comprende 51 municipios, que para efectos de la obtención de mapas y áreas potenciales para plantaciones de la especie se subdividió en base a las cuatro regiones de producción Agrícola, conforme a la regionalización de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) que divide al estado en cuatro Distritos de Desarrollo Rural (Galeana, Montemorelos, Anáhuac y Apodaca).

#### **Determinación del potencial productivo**

El procedimiento de identificación de áreas potenciales consistió en un análisis multicriterio llevado a cabo mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG) IDRISI32 Ver 2.0 (Eastman, 1999). Este análisis se basó en la comparación de los requerimientos clima-suelo

de *L. graveolens* contra las condiciones ambientales de la región de estudio de acuerdo a la metodología propuesta por Medina *et al.*(1997). Los parámetros climáticos fueron obtenidos del Sistema de Información Climática del INIFAP, los cuales emanan de un proceso de recolección, manejo, análisis e interpretación de datos de temperaturas máxima y mínima, precipitación y evaporación, correspondientes a estaciones meteorológicas de tipo ordinario pertenecientes a la red de estaciones de la Comisión Nacional del Agua en Nuevo León.

La información de las variables edáficas, uso del suelo y condiciones topográficas se obtuvieron de la cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) a escala 1:250,000. A partir de las imágenes temáticas producidas por variable, se generó la cartografía de cada una de ellas, exportando las imágenes y convirtiéndolas a vectores en formato "Shapefile" con el SIG ArcView 3.2 (ESRI, 1999), los cuales se editaron para obtener los mapas temáticos generales de las áreas con potencial, así como el número de hectáreas que representan. La distribución de las áreas potenciales para plantaciones forestales de *L. graveolens* en Nuevo León, se hizo con base en la regionalización de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, que divide al estado en cuatro Distritos de Desarrollo Rural.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La combinación de los factores del medio físico mediante los SIG permitió generar las coberturas georreferenciadas de las áreas potenciales de la especie en estudio. Partiendo de las bases de datos previamente elaboradas de los factores climáticos, edáficos y topográficos, el estudio permitió diferenciar áreas con características similares que propician ambientes donde la especie vegetal pudiera tener su mejor desarrollo. En una primera fase, cada uno de estos factores físicos fue analizado de manera independiente para determinar su distribución espacial en los rangos requeridos por la especie. De aquí resultaron mapas binarios que señalan las áreas que están o no están dentro de estos rangos. En la siguiente fase se combinaron los factores mediante la sobreposición de los diferentes mapas y en la cual, los puntos coincidentes del terreno se seleccionaron como los que reúnen los requerimientos agroclimáticos para la especie. De esta acción, también resultaron mapas binarios en los cuales se basó la estimación de la superficie con potencial para cada uno de los Distritos de Desarrollo Rural del estado.

Se estimó una superficie de 172,994ha con potencial para el establecimiento de plantaciones de *L. graveolens*. El Distrito de Desarrollo Rural con mayor superficie potencial para el establecimiento de plantaciones fue el de Galeana con 168,004 ha, seguido del Distrito de Apodaca con 4,374 ha (Cuadro 1). La superficie potencial de *L. graveolens* para el estado es reducida, ya que representa tan sólo el 2.7% de la superficie total y principalmente se encuentra en la parte sur en el Distrito de Galeana. Estas áreas con potencial se encuentran en terrenos situados por encima de los 1,000 m sobre el nivel del mar y no más de 2000, lo que se puede considerar como la mayor limitante que enfrenta esta especie en el estado. La figura 1 muestra la distribución de estas áreas.

Cuadro 1. Superficies con potencial productivo para *L. graveolens* en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL				
ANÁHUAC	APODACA	MONTEMORELOS	GALEANA	TOTAL
52 ha	4,374 ha	564 ha	168,004 ha	172,994 ha

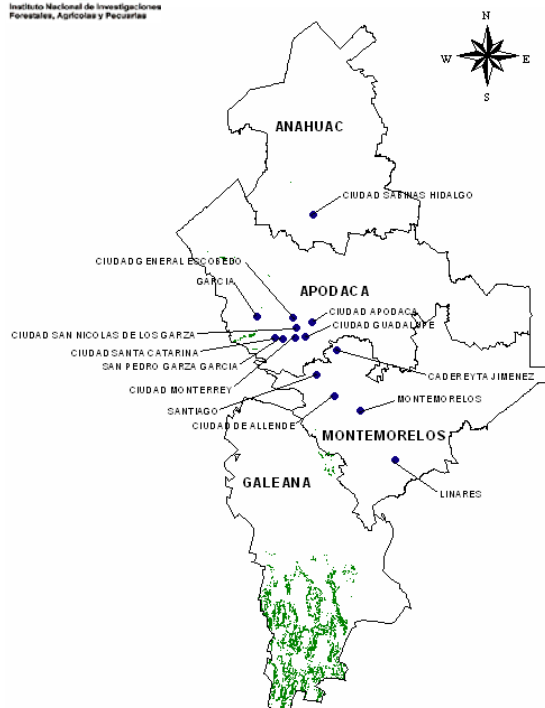


Figura 1. Distribución de áreas con potencial productivo para Orégano (*Lippigraveolens* H.B.K.) en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

## CONCLUSIONES

En el estado de Nuevo León existen 172,994 ha que tienen posibilidades para el establecimiento de plantaciones de *Lippigraveolens* H.B.K con buen potencial.

El uso de los SIG es una herramienta confiable para determinar las áreas potenciales para plantaciones de *L. graveolens*, dado que se tiene la mayor probabilidad de éxito en supervivencia y producción de biomasa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Castillo Q.D. y Saenz R. J.T. 1993. Distribución y ecología del orégano en el municipio de General Cepeda, Coah. Folleto Técnico Núm. 8. Campo Experimental "La Saucedá. CIRNE-INIFAP. 15 p.
- CONAFOR. 2007. "Orégano mexicano, oro verde del desierto". México Forestal, Revista electrónica de la Comisión Nacional Forestal. [http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros\\_arboles.php?id=29](http://www.mexicoforestal.gob.mx/nuestros_arboles.php?id=29) (30 octubre de 2008).
- Eastman, J. R. 1999. IDRISI32 Ver 2.0: Guide to GIS and image processing. Clark Labs, Clark University. Worcester, MA 01610-1477, USA.
- ESRI. 1999. ArcView GIS, Using ArcView GIS. Environmental Systems Research Institute Inc. Redlands, CA., USA. 340 p.
- Hernández C. F. D., Castillo R. F., Gallegos M. G., Rodríguez H. R. y Aguilar G. C. N. 2010. *Lippgraveolens* and *Carya illinoensis* Organic Extracts and their *in vitro* Effect Against *Rhizoctonia solani* Kühn. American Journal of Agricultural and Biological Sciences 5 (3): 380-384.
- Martínez B., O. U. y Lara G., G. J. 2003. Potencial productivo de áreas de temporal en el estado de Coahuila. Una propuesta de conversión productiva. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Publicación Especial Núm. 1. Coahuila, México. 89 p.
- Medina G., G.; Ruiz C., J. A.; Martínez P., R. A. y Ortiz V., M. 1997. Metodología para la determinación del potencial productivo de especies vegetales. Agric. Téc. Méx. 23(1): pp. 69-90.
- Sáenz R. J.T. y Villavicencio G.E.E. 1993. Guía para la Evaluación de Orégano en el estado de Coahuila. Folleto Técnico Núm. 6. Campo Experimental "La Saucedá. CIRNE-INIFAP. 16 p.
- Villavicencio G. E.E., Contreras de la R.F.J. y Cano P.A. 2009. Rendimiento agronómico de dos tipos de especies aromáticas en plantaciones comerciales bajo diferentes láminas de regío y dosis de fertilización. Informe Anual. Fundación Produce A.C. 5 p.
- Villavicencio G. E. E., García A. C. y A. Cano P. 2007a. Tabla de rendimiento de predicción de hoja seca de orégano. 2 da. Reunión Nal. de Inv. Agrícola y Forestal. SAGARPA-INIFAP-COFURO. Guadalajara, Jal. 285 p.
- Villavicencio G. E. E., Martínez B.O.B., Cano P.A. 2007b. Orégano. Recurso con alto potencial. Revista Ciencia y Desarrollo. CONACYT.

## IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE *Agave salmiana* Otto ex Salm- Dick EN NUEVO LEÓN

David Castillo-Quiroz\*<sup>1</sup>, Oscar Ulises Martínez-Burciaga<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Campo Experimental Saltillo, CIRNE-INIFAP, Carretera Saltillo-Zacatecas km 342+119 No. 9515 Col. Hacienda de Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. Tel. (844) 4-82-81-90 y 93. castillo.david@inifap.gob.mx

### INTRODUCCIÓN

Taxonómicamente, el género *Agave* se ubica dentro de la familia Agavaceae, originaria del continente Americano. De este género se reportan aproximadamente 310 especies, de las cuales en México existen 272; por tal motivo, nuestro país es considerado como el centro de origen del género (Gioanetto y Franco, 2004; Granados, 1993 y González, 1994).

El maguey es una planta rústica que tiene una gran diversidad de usos, es fuente de forraje para el ganado, principalmente bovino en las épocas críticas de sequía; se utiliza en la elaboración de bebidas alcohólicas y, en menor grado, para la extracción de fibras. Esta especie se ha utilizado en gran medida en programas de plantaciones y/o reforestaciones realizadas por diferentes dependencias de gobierno, para el reforzamiento de bordos, deslinde de áreas de cultivo y predios, asimismo se ha utilizado con gran éxito en la reconversión de áreas agrícolas abandonadas en las zonas áridas y semiáridas y es considerado como una planta de gran importancia desde el punto de vista ecológico, dada su capacidad para la formación, retención y conservación del suelo (Castillo y Cano 2006 y Castillo *et al.*, 2007). Por las características propias de la especie, se desarrolla exitosamente en ecosistemas áridos, semiáridos y templados; además, es una planta que demanda baja precipitación y se adapta a entornos de sequía extrema, suelos con bajos niveles de nutrientes, terrenos cerriles y bajas temperaturas (Ruvalcaba, 1983; Arias *et al.*, 1991; Ramírez, 1996; INIFAP, 1997). El objetivo del presente estudio fue determinar las áreas potenciales para el establecimiento de plantaciones de *A. salmiana* en el estado de Nuevo León.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó para las regiones áridas y semiáridas del estado de Nuevo León, el cual se localiza en la región noreste de México, con una extensión de 64,555 km<sup>2</sup>, que constituye el 3.28% de la superficie del país, situado, entre los 23° 15' y 27° 50' de Latitud Norte y 98° 20' y 101° 24' de Longitud Oeste. Para efectos de la obtención de mapas y áreas potenciales para plantaciones de *A. salmiana*, del estado se subdividió en base a las cuatro

regiones de producción agrícola, conforme a la regionalización de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) que divide al estado en cuatro Distritos de Desarrollo Rural: Galeana, Montemorelos, Anáhuac y Apodaca.

### **Determinación del potencial productivo**

El procedimiento de identificación de áreas potenciales, consistió en un análisis multicriterio llevado a cabo mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG) IDRISI32 Ver 2.0 (Eastman, 1999). Este análisis se basó en la comparación de los requerimientos ecológicos clima-suelo de *A. salmiana* contra las condiciones ambientales prevalecientes actuales en la región de estudio de acuerdo a la metodología propuesta por Medina *et al.* (1997). Estos parámetros climáticos fueron obtenidos del Sistema de Información Climática del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), los cuales provienen de un proceso de acopio, manejo, análisis e interpretación de datos diarios de temperaturas máxima y mínima, precipitación y evaporación, correspondientes a estaciones meteorológicas de tipo ordinario pertenecientes a la red de estaciones de la Comisión Nacional del Agua en Nuevo León.

La información de las variables edáficas de uso del suelo y condiciones topográficas se obtuvieron de la cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) a escala 1:250,000. A partir de las imágenes temáticas producidas por variable, se generó la cartografía de cada una de ellas, exportando las imágenes y convirtiéndolas a vectores en formato "Shapefile" con el SIG ArcView 3.2 (ESRI, 1999), los cuales se editaron para obtener los mapas temáticos generales de las áreas con potencial, así como el número de hectáreas que representan.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La combinación de los factores del medio físico mediante los Sistemas de Información Geográfica, permitió generar las coberturas georreferenciadas de las áreas potenciales. Partiendo de las bases de datos previamente elaboradas de los factores climáticos, edáficos y topográficos, el estudio permitió diferenciar áreas con características similares que propician ambientes en los cuales *A. salmiana* pudiera tener su mejor desarrollo. En una primera fase, cada uno de estos factores físicos fue analizado de manera independiente para determinar su distribución espacial en los rangos requeridos por la especie. De aquí resultó un mapa binario que señalan las áreas que están o no están dentro de estos rangos.



En la siguiente fase se combinaron los factores mediante la sobreposición de los diferentes mapas y en la cual los puntos coincidentes del terreno se seleccionaron como los que reúnen los requerimientos agroclimáticos de la especie. De esta acción, también resultaron mapas binarios en los cuales se basó para cuantificar la superficie con potencial para cada uno de los Distritos de Desarrollo Rural del estado.

### **Superficie con potencial para plantación comercial de *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick en Nuevo León.**

Se estimó una superficie de 847,337 ha con potencial para el establecimiento de plantaciones de *A. salmiana*. El Distrito de Desarrollo Rural con mayor superficie potencial para el establecimiento de plantaciones fue el de Galeana con 513,229 ha, seguido del Distrito de Apodaca 289,215 ha (Cuadro 1). La superficie potencial de *A. salmiana* para el estado es reducida, ya que representa tan sólo el 13.2% del total del estado. La figura 1 muestra la distribución de estas áreas.

Cuadro 1. Superficies con potencial productivo para *Agave salmiana* Otto ex Salm-Dycken los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

<b>DISTRITO DE DESARROLLO RURAL</b>				
<b>ANÁHUAC</b>	<b>APODACA</b>	<b>MONTEMORELOS</b>	<b>GALEANA</b>	<b>TOTAL</b>
43,134 ha	289,215 ha	1,759 ha	513,229 ha	847,337 ha

El aprovechamiento productivo de esta especie requiere consideraciones, sobre todo de manejo, en el cual se pueda planear su establecimiento de manera que se promueva la conservación del suelo, quizá combinada con otras especies o promoviendo plantaciones que cubran la mayor parte del suelo posible, así como parte de estrategias para el diseño de sistemas de conservación tanto del suelo como del agua.

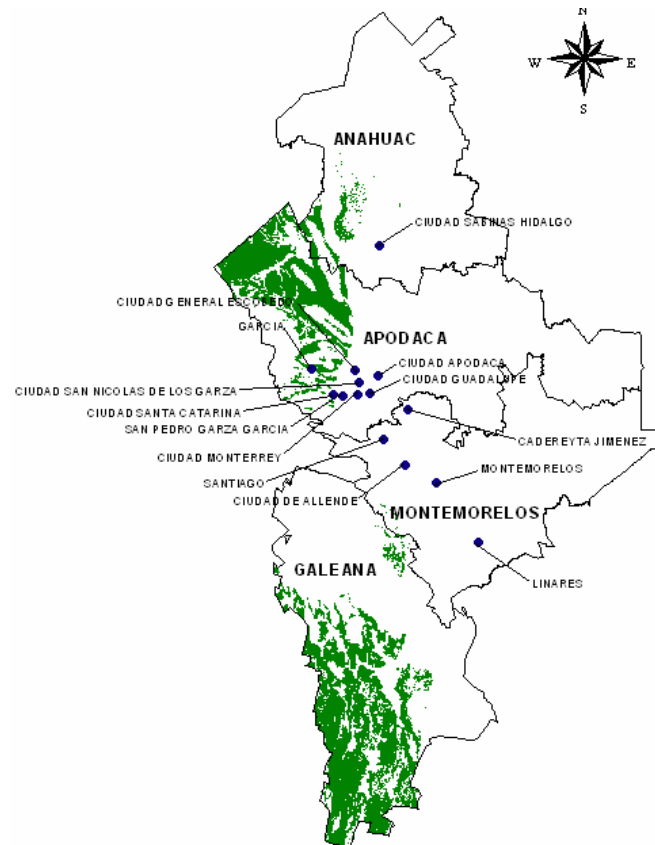


Figura 1. Distribución de áreas con potencial productivo para *Agavesalmiana Otto ex Salm-Dyck* en los Distritos de Desarrollo Rural del estado de Nuevo León.

## CONCLUSIONES

En el estado de Nuevo León existen 847,337 ha que tienen posibilidades para establecimiento de plantaciones de *A. salmiana* con buen potencial.

El uso de los SIG es una herramienta confiable para determinar las áreas potenciales para plantaciones de *A. salmiana* dado que se tiene mayor probabilidad de éxito en supervivencia y producción de biomasa.

Este estudio servirá para apoyar programas o actividades productivas que se realizan en el campo, cuya finalidad sea fortalecer la economía de los productores y por lo tanto del estado y que además coadyuven a recuperar y conservar los recursos naturales existentes.

## BIBLIOGRAFÍA

Arias M., C. G.; J. Villanueva D. y M. A. Martínez C. 1991. Establecimiento y manejo de maguey para la obtención de forraje, S.A.R.H. INIFAP-CIRNE Folleto para productores No. 10. San Luis Potosí, S. L. P. 12 p.

- Castillo Q. D. y A. Cano P. 2006. Establecimiento y manejo de plantaciones comerciales de maguey para la extracción de aguamiel en el sureste de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 23. Coahuila, México. 23 p.
- Castillo Q.D.; J.A. Villarreal Q. y A. Cano P.2007. El género *Agave* L. bajo cultivo: Taxonomía, distribución y usos. Rev.Cien.For. en Méx. Vol. 32 Núm. 101. México, D.F. 148 p.
- Eastman, J. R. 1999. IDRISI32 Ver 2.0: Guide to GIS and image processing. Clark Labs, Clark University. Worcester, MA 01610-1477, USA.
- ESRI. 1999. ArcView GIS, Using ArcView GIS. Environmental Systems Research Institute Inc. Redlands, CA., USA. 340 p.
- Gioanetto, F. y E. Franco J. 2004 Usos medicinales y etnobotánicos de las Agavaceae y Nolinaceae en México y Centroamérica. *In: Memoria Simposio Internacional sobre Agavaceae y Nolinaceae. Los agaves de importancia económica en México. Mérida, Yucatán.* 67 p.
- González G., S. R. 1994. Valor nutricional de dos especies de maguey forrajero *AgavesalmianayAgave atrovirens* utilizados en zonas áridas y semiáridas de México con relación a sus características fenológicas. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 36 p.
- Granados S., D. 1993. Los Agaves en México. UACH. Primera Edición. Texcoco, Edo. de México. 252 p.
- INIFAP. 1997. El maguey forrajero como alternativa productiva en zonas áridas y semiáridas. *In: Tecnologías Llave en Mano. División Forestal. INIFAP Produce. México, D.F.* 180 p.
- Medina G., G.; Ruiz C., J. A.; Martínez P., R. A. y Ortiz V., M. 1997. Metodología para la determinación del potencial productivo de especies vegetales. *Agric. Téc. Méx.* 23(1):69-90.
- Ramírez M., L. F. 1996. Respuesta a la fertilización y riego del maguey *Agave salmiana* para uso forrajero en el cañón de San Antonio de las Alazanas. Tesis profesional. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. 77 p.
- Ruvalcaba M., J. 1983. El maguey manso. Historia y presente de Epazoyucan, Hgo. UACH. Dirección de Difusión Cultural. Departamento de Industria Agrícola. México. Primera Edición. 122 p.

## EPP 1.0: PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA LA EVALUACIÓN, DIAGNOSTICO Y MEJORAMIENTO DE POZOS PROFUNDOS.

Abel Román López<sup>1</sup>, Ernesto Alonso Catalán Valencia<sup>1</sup>, Ma. Magdalena Villa Castorena<sup>1</sup>, Marco Antonio Inzunza Ibarra<sup>1</sup>, Manuel Eduardo Pérez Marroquin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INIFAP CENID-RASPA Km 6.5 margen derecha canal Sacramento C.P. 35140 Gómez Palacio Durango México. Email: [roman.abel@inifap.gob.mx](mailto:roman.abel@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup> Asistente de investigación por honorarios INIFAP CENID RASPA.

### INTRODUCCIÓN

Más del 50% de los acuíferos del país se encuentran sobreexplotados, lo cual origina que su funcionamiento hidráulico sea inestable en un gran porcentaje de los pozos existentes por el problema de abatimiento de los niveles freáticos o piezómetros (Román *et al.*, 2011). Esto causa que la profundidad de bombeo de la infraestructura de extracción se incremente con el tiempo y que se requiera un monitoreo y evaluación continuos. Sin embargo, normalmente se evalúa sólo el componente electromecánico (Delgado *et al.*, 2013) sin tomar en cuenta el elemento hidráulico de los pozos lo que origina un funcionamiento deficiente del equipamiento de bombeo. Como ejemplo, estudios recientes de evaluación practicados por CENID RASPA del INIFAP, en el acuífero principal de la Región Lagunera, el cual se encuentra sobreexplotado se obtuvo que la eficiencia electromecánica (**Eem**) promedio combinada es de 44.6%, cuando las Normas Oficiales Mexicanas NOM-006-ENER-1995 y NOM-010-ENER-2004 establecen valores aceptables mínimos de **Eem** de hasta 64 y 68% respectivamente dependiendo del tipo de equipamiento utilizado (con motor externo y sumergible). Se estima que la **Eem** de 44.6 %, incrementa los costos de energía en un 64.5 % (estimación basada en que una caída de un 50% de **Eem** ocasiona incrementos de 100% en costos de energía con respecto a la eficiencia **Eem** mínima de las Normas Oficiales Mexicanas, Román *et al.*, 2012)

Ante la premisa de que para el mejoramiento integral de un pozo profundo es necesario diagnosticar el equipamiento electromecánico y el funcionamiento hidráulico del pozo de manera simultánea, en este documento se presenta un estudio de caso procesado mediante el paquete computacional EPP 1.0 del INIFAP.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Materiales.

El programa EPP 1.0 está contenido en un disco compacto que incluye el instalador para el sistema operativo Windows XP como mínimo hasta Windows 8.0, el manual del usuario para su manejo se encuentra en el menú "Ayuda", de donde se guía al usuario para su utilización

(Figura 1), en la misma Figura 1 se resalta además “Ventanas” y “Menú”, en este último es donde se alimenta y procesa la información de los datos de los ensayos de bombeo escalonados o a caudal creciente y elemental de la bomba; antes de los ensayos se recopila información de la infraestructura instalada; el pozo analizado numerado con el N° 3320 registrado así en la CNA, está localizado geográficamente a 25°35'23.6" N de altitud; 103° 27'13.1" O de longitud; ASNM de 1137 m en el CENID RASPA del INIFAP dentro del Acuífero Principal de la Comarca Lagunera.



Figura 1. Pantalla principal del paquete computacional EPP 1.0 del INIFAP.

### Métodos.

Las características y componentes del pozo construido, motor eléctrico, cabezal de descarga, columna de bombeo y cuerpo de tazones, son datos que se solicitan antes de los ensayos citados, por lo general hay información que el propietario no la tiene, el EPP 1.0 indica cero en algunas casillas de los submenús “Predio”, “Pozos” y “Motor” (Fig 1) que se pueden atenuar que no intervienen en los cálculos, además dicha información sirve en la redacción del diagnóstico,

en la Figura 2 se muestra un registro de informacion de los sub menu mencionados proporcionada por el informe de computo.

Los datos requeridos de los ensayos son; el nivel estático (NE) en m, Caudal (Q) en L s<sup>-1</sup>, Nivel Dinamico (ND) en m, Potencia electrica (Pe) en Kw y Factor de Potencia (FP) sin unidades es adimensional,

estos últimos dos, medidos con potenciómetro eléctrico para cada escalon del ensayo, también otros datos requeridos por el EPP 1.0 son los mostrados en el Cuadro 1 que son; la localizacion geográfica del pozo altitud Norte y longitud Oeste para presentar su ubicación en el monitor, tensión eléctrica (V) en volts, corriente eléctrica (I) en amperes, presión del manometro en PSI (Lb Pulg<sup>-2</sup>) medida inmediatamente en la descarga de la bomba, Los datos de (V,I) son proporcionados igualmente con el potenciómetro.

Datos Generales	
Profundidad del pozo: 300	Diámetro del ADM(n): 16
Diámetro del Contra-ADM(n): 36	Tubería lisa diámetro(n): 16

Motor Eléctrico	
Marca: ALTAMIRA	Tipo: sumergible
Serie 3320	Potencia(HP) 60
Fases: 3	Ciclos(Hz): 60
Tensión(V): 440	Velocidad (RPM):3605
Corriente(Amperes): 88	FS: 1.15

Cabezal de descarga	
Marca:	Modelo:
Serie:	Tipo:
Diámetro(n): 4	Altura(m): 0

Columna de Bombeo	
Lubricación con:	Diámetro(n): 4
Diámetro de Flecha(n): 0	Diámetro de Funda(n): 0
Año de servicio:0	Longitud de Columna(m): 252

Cuerpo de tazones	
Marca: Grundfos	Modelo: 2305607-17
Diámetro(n): 6	Número de pasos: 17
Años de servicio:10	Tipo: acero inox
Longitud de cuerpo de tazones(m): 2.22	Longitud de bomba y motor(m):4.4

Figura 2. Datos de un pozo profundo evaluado con los datos de infraestructura arrojados por el EPP 1.0.

Cuadro 1. Datos básicos requeridos por el EPP 1.0, obtenidos de los ensayos de bombeo

V	I	PSI	Altitud	Longitud
442.1	57.09	129		
457.8	53.77	38.8	25.47525	-103.333278
439.2	52.53	45		
461.5	53.65	0		

**Curva característica electromecánica (Figura 3).**

Se construye con datos de los ensayos mencionados (Cuadro 1), Figura 2 y cálculos realizados en el sub menú “Eficiencias” (Fig 1), se relaciona al Caudal (Q) en la abscisa con; la Carga Total Dinámica (CTD) en m (calculada), la Potencia eléctrica (Pe) del potenciómetro y la Eficiencia electromecánica (Eem) en % (calculada) en la ordenada constituyendo así tres líneas gráficas (Q,CTD), (Q,Pe) y (Q, Eem), esta se produce en el botón “Gráfica” dentro del sub menú “Eficiencia”.

Para el cálculo del CTD, este se integra con la sumatoria de pérdidas de carga por fricción con el método de Mannig y localizada de la resistencia al flujo desde la entrada al cuerpo de tazonas al pasar por , la tubería o columna de bombeo hasta el manómetro instalado inmediatamente en la tubería de descarga, para el caso de la columna de bombeo en equipamiento de motor externo formadas por columna, funda y flecha, el caudal de agua pasa entre la columna y funda, por lo general se utilizan tablas o gráficas para obtener las pérdidas de carga hidráulica, dicha información es proporcionada por fabricantes, proveedores y/o la norma oficial NOM-006-ENER-1995, ambas tablas o gráficas fueron ajustadas a un modelo matemático de regresión potencial múltiple como algoritmo de cálculo en el EPP 1.0, finalmente la Eem (%) es estimada por el programa relacionando la potencia hidráulica (Ps) en Kw, entregada por el equipamiento electromecánico a la tubería de descarga dividido entre la potencia eléctrica (Pe), este procedimiento es el recomendado por la norma oficial NOM-006-ENER-1995 y ampliamente utilizado en evaluaciones por algunos como (Román *et al.*, 2012; Pérez 2012; Chávez 2006), de dichas citas, se compilaron los algoritmos o expresiones de cálculo mencionados y utilizados en el EPP 1.0.

**Curva característica Hidráulica del pozo (figura 4).**

También al igual que la curva característica electromecánica, se realizan los trazos que nos indican el comportamiento hidráulico del pozo; con el abatimiento (s) en m del pozo en el eje de la ordenada contra los caudales extraídos por un lado y el gasto específico  $Q_e$  en  $L\ s^{-1}\ m^{-1}$  en las abscisas, se grafican con la mejor ecuación de abatimiento del pozo con líneas continuas y con puntos los datos observados en la prueba.

**Ecuación de abatimiento de un pozo profundo.**

Los datos  $Q$ , y  $s$ , del ensayo de bombeo escalonado o a caudal creciente son ajustados a dos modelos de abatimiento, el de Kasenow y polinomial cuadrático mencionados y utilizados por (Pérez 2012, Román *et al.*, 2013, Chávez 2006) ambos modelos fueron los más adecuados

conforme a un estudio con varios pozos y metodos de obtencion de ecuaciones de abatimiento (Román *et al.*, 2011), para decidir entre estos dos modelos a formalizar su obtencion en el EPP 1.0, se procede a realizar un analisis del metodo del cuadrado medio del error que consiste en que la expresion o modelo que mejor ajuste a los datos de campo es el que obtenga el menor valor del cuadrado medio del error (Pérez 2012, Román *et al.*, 2013), finalmente con la mejor ecuacion de abatimiento se elabora la curva característica hidraulica del pozo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como datos de salida el programa proporciona la siguiente información (se anexa análisis de un pozo profundo piloto 3320 CNA que fue evaluado durante diez años).

Datos de la infraestructura de extracción de agua subterránea evaluada (Figura 2).

Curva característica electromecánica del equipamiento (Figura 3), mostrando un cuadro de datos con algunos del Cuadro 1, los parámetros (ND, FP) en dicha Figura 3 son de importancia en la evaluación. Escenarios sobremás discusión de resultados de las figuras 3 y 4 son conjuntadas más adelante en el diagnóstico y mejoramiento en las Figuras 5 y 6.

Curva característica hidráulica del pozo (Figura 4), el parámetro eficiencia hidráulica del pozo ( $\eta_h$ ) en por ciento se obtiene de la división del abatimiento teórico  $s_1$  entre el  $s$ , ambos en metros, el parámetro  $s_1$  cuantificado mediante la ecuación de abatimiento que resulto ser mejor la de regresión polinomio cuadrática con índice de determinación de 0.8 y coeficiente de variabilidad de 0.155 hace a la ecuación significativamente aceptable y con poder de predicción confiable. En casos de  $\eta_h \geq 100\%$  se instruye al software que asigne un valor cercano, ya que es inaceptable, este valor superior al cien por ciento simboliza que el ademe ranurado del pozo fue instalado para una capacidad de caudal mucho mayor que la que realmente se está extrayendo; el caso presentado, se le instaló una filtración de ademe para una capacidad de hasta  $60 \text{ L s}^{-1}$ , lo que lo hace insensible a las pérdidas de carga en el pozo, y por consecuencia se distingue mediante el signo negativo en la ecuación de abatimiento afectando al caudal a la segunda potencia (Figura 4).



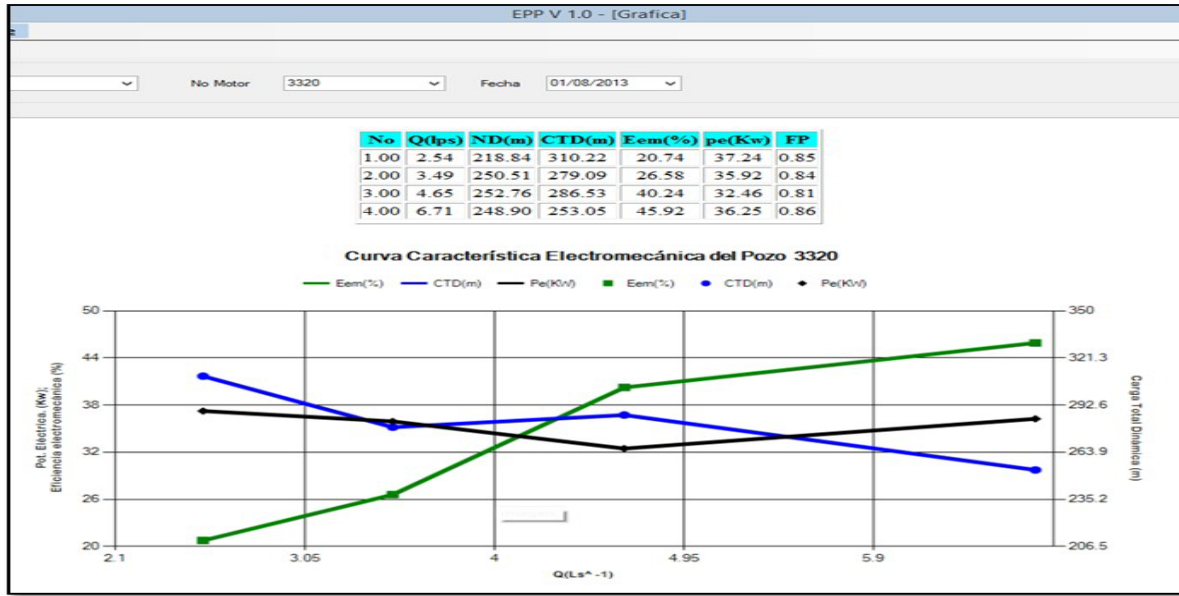


Figura 3 Curva característica electromecánica de un pozo evaluación procesada en el paquete computacional EPP 1.0 del INIFAP

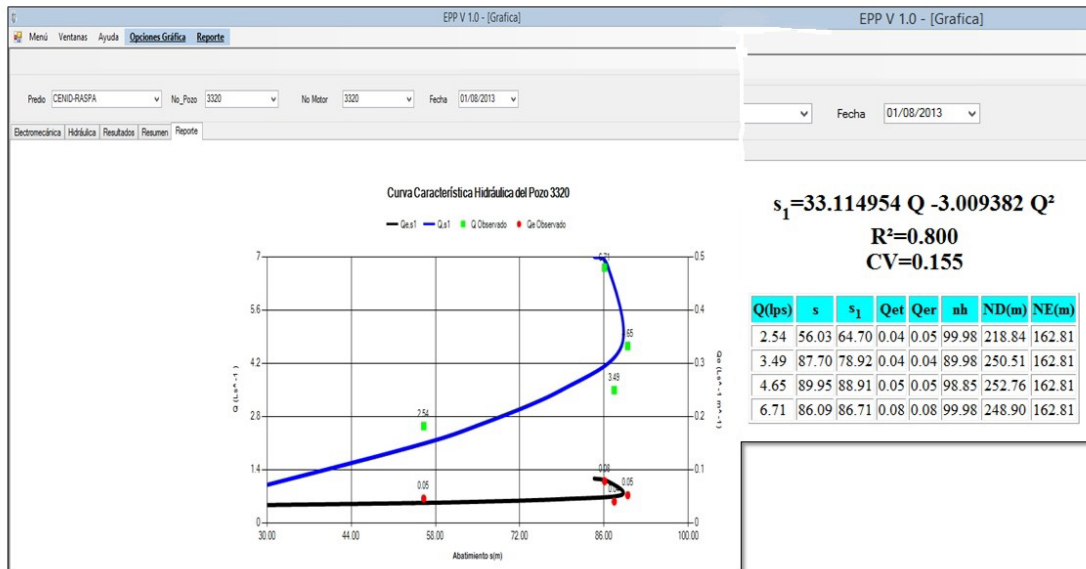


Figura 4. Curva característica hidráulica del pozo, evaluación procesada en el paquete computacional EPP 1.0 del INIFAP.

1. Diagnóstico. (Figura 5). Lo aquí versado y discutido sobre los resultados, se redacta dentro del EPP 1.0 al abrir: Menú→Eficiencias → eficiencia (botón) → grafica (botón) → resultados (pestaña), el diagnostico técnico es realizado con la guía técnica que se lee y/o imprime y que viene al abrir: ayuda→ guía técnica, ahí mismo viene el manual de

usuario, el cual conduce a la retroalimentación y procesamiento de datos (se sugiere tenerlo presente durante el proceso de computo).

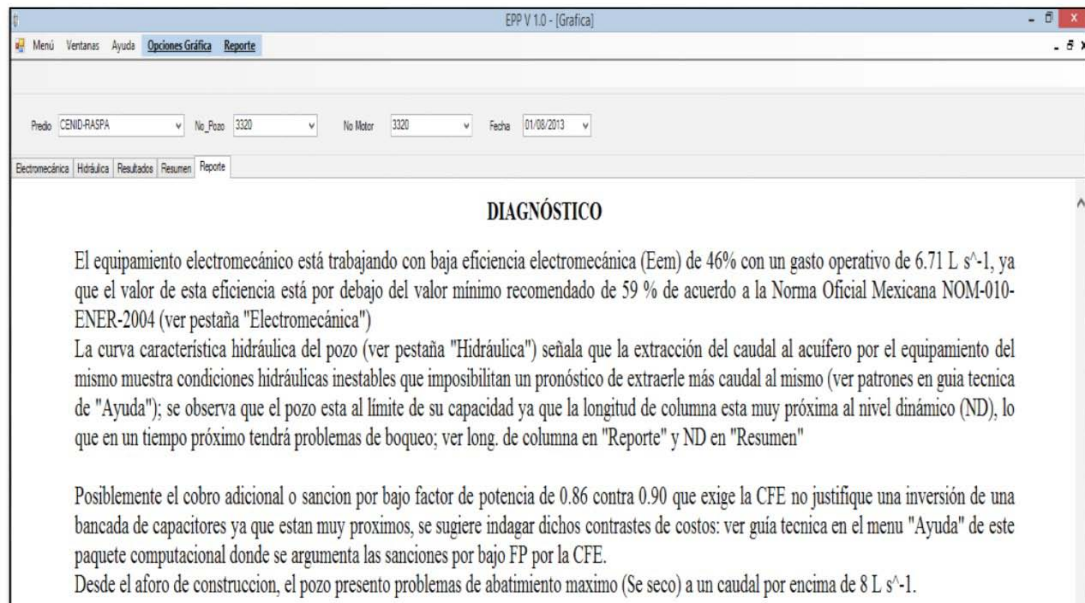


Figura 5. Diagnóstico sobre las condiciones operativas de un pozo profundo evaluado, el cual es almacenado y puede imprimirse por el paquete computacional EPP 1.0 del INIFAP.

2. Mejoramiento (Figura 6). Aquí se redactan las acciones de mejoramiento en base al diagnóstico, normas y valores patrón en los que debe estar funcionando el pozo profundo o en su defecto hay casos en que el diagnóstico es favorable y propio (como este caso presentado) y no existen sugerencias de mejorar al mismo, la propuesta de mejoramiento, se elabora de la misma forma de procesamiento que el diagnóstico, en el guardado e impresión.

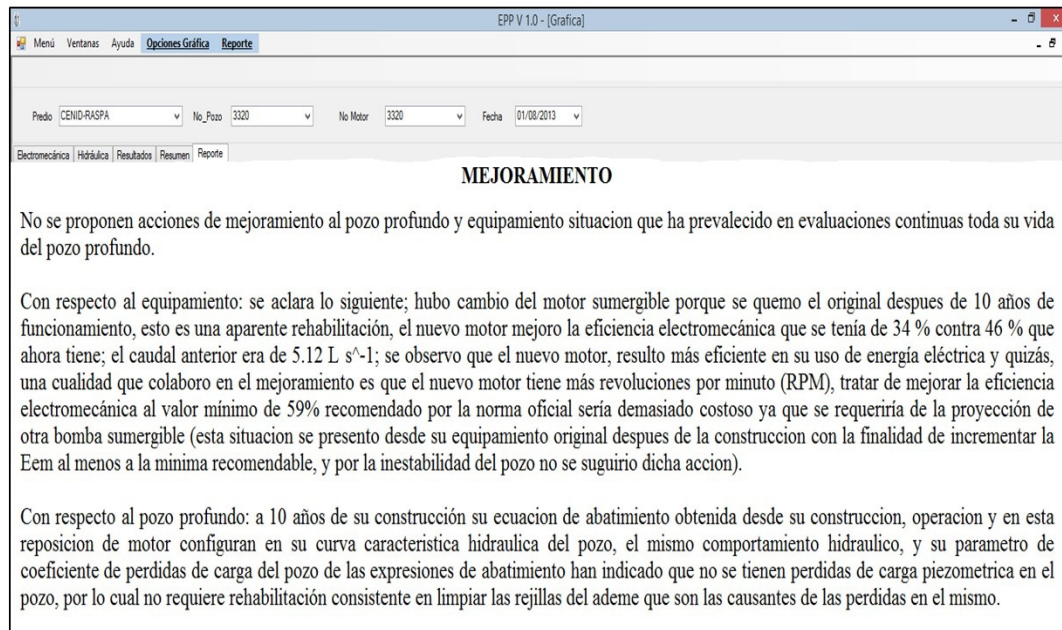


Figura 6. Acciones de mejoramiento sugeridas para un pozo profundo evaluado, el cual es almacenado y puede imprimirse por el paquete computacional EPP 1.0 del INIFAP.

### CONCLUSIONES

Se propone el uso de este programa computacional EPP 1.0 para sistematizar, facilitar y precisar la evaluación y el diagnóstico del desempeño de pozos profundos y a partir de ello mejorar su funcionamiento. La información que proporciona sirve para equipar eficientemente pozos en construcción y mejorar pozos en operación. También es útil para decidir la conveniencia de invertir o no en la rehabilitación de la infraestructura instalada.

### BIBLIOGRAFIA

- Chávez O., J. C. 2006. Metodologías para la evaluación de eficiencias electromecánica e hidráulica en la extracción de aguas subterráneas. Tesis profesional. Ingeniero agrónomo en irrigación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Torreón Coahuila Méx.
- Delgado R G., M. Rivera G., R. Trucios C., J. Estrada A., y E. A. Catalán V. 2013. Programa para el cálculo de las eficiencias electromecánicas en equipos de bombeo de pozo profundo (EFEL 1.0) AGROFAZ VOL: 13 Núm. 2 diciembre 2013. P. 69 – 80.
- Norma Oficial Mexicana NOM-006-ENER-1995. Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y métodos de prueba. Secretaría de Energía, Diario oficial. 9 de Noviembre de 1995, 20 p. <http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/6933/19/NOM006ENER1995.pdf> [consultada el 18 de Junio de 2014].
- Norma Oficial Mexicana NOM-010-ENER-2004. Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba. Secretaría de Energía, Diario oficial. 18 de Abril de 2005, 23 p. <http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/6933/19/NOM010ENER2004.pdf> [consultada el 18 de Junio de 2014].

- Pérez M., M. E. 2012. Metodología de evaluación electromecánica e hidráulica y obtención de curvas características en pozos profundos. Tesis profesional. Ingeniero agrónomo en irrigación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Torreón Coahuila Méx.
- Román López, Abel, Inzunza-Ibarra, Marco Antonio, Villa-Castorena, Magdalena, Catalán-Valencia, Ernesto Alonso. 2011. Modelación del abatimiento de pozos profundos Terra Latinoamericana [en línea] 2011, 29 (Enero-Marzo): [Fecha de consulta: 17 de Junio de 2014] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319955001>
- Román L A., E. A. Catalán V., M.A. Inzunza I., M. M. Villa C. 2012. Curva Característica electromecánica e hidráulica en un pozo profundo y costos de bombeo. AGROFAZ VOL: 12 Núm. 3. P. 153 – 161. Revista digital: [http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/2012123IX\\_5.pdf](http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/2012123IX_5.pdf) [consultada el 17 de junio de 2014].
- Román L A., E. A. Catalán V., M. M. Villa C., M.A. Inzunza I., y M. E. Pérez M. 2013. Curvas Característica hidráulica en un pozo profundo, que desde su construcción, proporcionan diagnóstico y/o mejoramiento. Memoria de la XXV Semana internacional de Agronomía FAZ – UJED septiembre del 2013 p 118 - 126 Memoria digital: <http://faz.ujed.mx/sia/faz-sia-2013.pdf> [consultada el 17 de julio de 2014].

---

---

## ORDENAMIENTO GEOESPACIAL PARA EL APROVECHAMIENTO HIDROLÓGICO EN COLONIA CUSIHUIRIACHI, CHIHUAHUA. UNA APROXIMACIÓN CON TÉCNICAS MULTI-CRITERIO, E INVESTIGACIÓN SOCIAL

**Emmanuel Gonzalez-Aragon<sup>a</sup>, Luis Carlos Bravo-Peña<sup>b</sup>; Jesús Pilar Amado-Alvarez<sup>b</sup>, Luis Carlos Alatorre-Cejudo<sup>b</sup>; Lara Cecilia Wiebe-Quintana<sup>b</sup>,**

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Unidad Multidisciplinaria de la UACJ en Cuauhtémoc- Licenciatura en Geoinformática, Km 3.5 Carretera Cuauhtémoc-Anáhuac S/N Domicilio conocido Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido Cuauhtémoc C.P. 31600 Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel 0052+625-128-17-00, e-mail: [luis.bravo@uacj.mx](mailto:luis.bravo@uacj.mx); [gonzalezemmanuel@live.com.mx](mailto:gonzalezemmanuel@live.com.mx);

### INTRODUCCIÓN

La escasez de agua en Chihuahua constituye una problemática muy severa. Ésta se agrava por la ausencia de planificación hidrológica, en particular para la construcción de obras que permitan la captación superficial de los escurrimientos, y su posterior uso en diversas actividades humanas. En el trabajo que aquí se presenta se evaluó la aptitud de los terrenos pertenecientes a la Colonia Agrícola Cusihuirachi, del estado de Chihuahua, para la habilitación de represas u obras de ingeniería que permitan la cosecha de agua superficial. El trabajo se realizó desde un enfoque geo-espacial, mediante la implementación de un Modelo de Evaluación Multicriterio para la selección de sitios con potencial para la habilitación de estas obras. Dicho modelo, permitió incorporar información geográfica a distintas escalas, útiles para el estudio, y datos e información provista por los pobladores de la Colonia. El Objetivo general de la investigación fue construir una cartografía de áreas con potencial para aprovechamiento hidrológico superficial, mediante el uso de técnicas de Evaluación Multicriterio y capas de información cartográfica, que incorporaran el conocimiento empírico de los habitantes locales. Todo esto realizado en una plataforma de Sistemas de Información Geográfica. El resultado permitió identificar los sitios con mayor potencial para habilitar reservorios de captación de agua superficial, mediante una metodología de bajo costo que puede implementarse en otras zonas con problemas de escasez de agua en el norte de México.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Área de estudio

La Colonia Agrícola Cusihuirachic se encuentra ubicada en el municipio de Cusihuirachi, parte central de Chihuahua, México, además está inmersa en la sub. Cuenca Laguna de los Mexicanos (680 km<sup>2</sup>), y forma parte de tres micro-cuencas contenidas en esta: 1) Arroyo de los Charcos (11.78 km<sup>2</sup>). 2) Arroyo del Terrero (16.01 km<sup>2</sup>) y 3) Arroyo del Chato (1.57 km<sup>2</sup>) (Figura

1). Las micro-cuencas señaladas anteriormente, tienen extensiones territoriales que van de 1.5 a 16.01 km<sup>2</sup>, y alimentan las escorrentías que pasan por esta Colonia Agrícola (Figura 1).

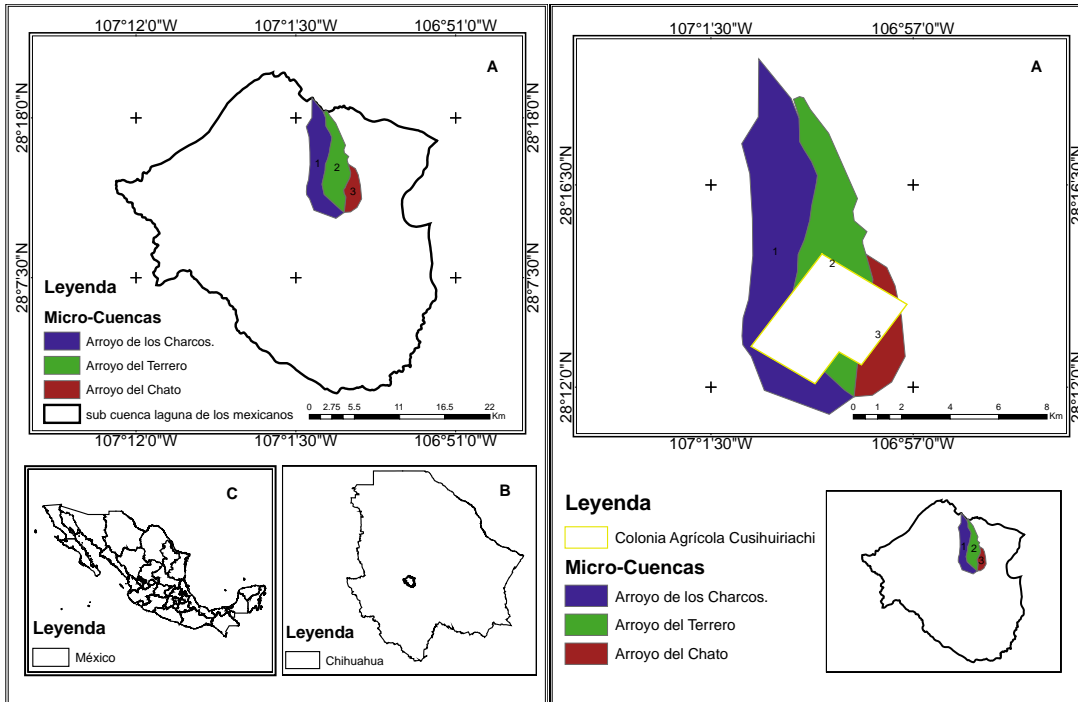


Figura 1. Área de estudio macro y micro localización, Cusihiuriachic, Chihuahua. 2014

**Procesos de levantamiento de datos y evaluación multi-criterio, del medio social.**

Este estudio involucró una aproximación al problema de trabajo a dos escalas o fases, macro y micro. En la escala (macro), se realizó la caracterización morfo métrica de las micro-cuencas y de las escorrentías superficiales que atraviesan los terrenos de la Colonia Agrícola Cusihiuriachic. Las micro-cuencas también fueron caracterizadas en términos del tipo de suelo y pendientes del terreno, pues estas variables aportan una primera idea sobre el potencial para construcción o habilitación de infraestructura para la captación de agua superficial. La información levantada en esta escala se procesó y analizó mediante la técnica de la sumatoria lineal ponderada (Voogd, 1983).

$$I = \sum_{j=1}^n W_j X_{ij}$$

Siendo I el índice de susceptibilidad, w<sub>j</sub> el peso del factor j, y x<sub>ij</sub> el peso de la clase i del factor j. Los valores obtenidos se transformaron mediante una transformación Z (Ebdon, 1982), para distinguir aquellos sitios que, teóricamente, están por arriba o debajo de una media de aptitud en la zona, ya que las micro-cuencas analizadas son representativas de una región más grande, relativamente homogénea.

En la escala o fase micro, se profundizó en el conocimiento de la microcuenca con mayores posibilidades a escala macro (mayor valor de Z), considerándose variables físicas importantes a la escala de sitio, desde una perspectiva ingenieril, y datos levantados mediante entrevistas a los pobladores de la Colonia.

Descripción de la fase o escala Macro.

Se calculó el valor de los siguientes parámetros, descritos con base en un orden de ponderación que va de seis a uno, para su inclusión en el modelo de la sumatoria lineal ponderada.

Captación potencial de agua. Este factor tuvo una ponderación de seis, y se calculó a partir de promediar los valores de precipitación anual, correspondientes al mapa elaborado por Téllez (2011), que tiene los valores de precipitación para todo México, en una malla de 1 km por 1 km. El proceso se realizó en plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG), despreciando evaporación e infiltración.

Textura del suelo. La textura del suelo tuvo una ponderación de cinco. Se obtuvo de la cartografía de INEGI, aunque a nivel micro se levantó de nuevo mediante reconocimiento granulométrico en campo, como se describirá en la sección correspondiente.

Densidad de drenaje. La densidad de drenaje tuvo una ponderación de cuatro, y se calculó a partir de la sumatoria de la longitud de todas las corrientes, que están dentro de cada una de las micro-cuencas, entre el área de las mismas, con base en González (2013).

Pendiente. La pendiente tiene obvias implicaciones en la velocidad de escurrimiento en una cuenca. Tuvo una ponderación de tres, y se calculó mediante el uso de operadores de contexto espacial en un SIG, dividiéndose en tres clases: de 0-5 grados, 5-10 grados y mayor a 10 grados

Índice de Gravelius. Este índice aporta una idea del grado de compacidad o elongación de una cuenca, lo que indica su velocidad de respuesta frente a un evento de lluvia (González, 2004). Tuvo una ponderación de dos, y se calculó con base en el método propuesto por González (2004), en plataforma de SIG.

Relación de bifurcación. La relación de bifurcación establece la razón o cociente entre el número de cauces de orden "i" y los de orden "i+1" (Horton, 1945). Describe al igual que en el caso anterior, la velocidad de respuesta de la microcuenca frente un evento de lluvia. Se calculó en plataforma de SIG y tuvo una ponderación de uno.

Descripción de la fase o escala Micro.

En esta fase se levantó una encuesta entre 23 pobladores de la Colonia, a fin de coleccionar datos que en su opinión fuera necesario considerar para la selección de un sitio apropiado para

reproso en la microcuenca que a escala macro tuvo mayor aptitud (no problemas de tenencia de la tierra, condiciones apropiadas, etc.). Además de esto se tomaron muestras de suelo en 10 sitios, por triplicado, para el análisis granulométrico en laboratorio, a fin de identificar porcentajes de limos y arcillas. El muestreo fue del tipo aleatorio estratificado (Ebdon, 1982), considerando los estratos como las diferencias de color de suelo en campo en la micro-cuenca elegida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Escala macro.

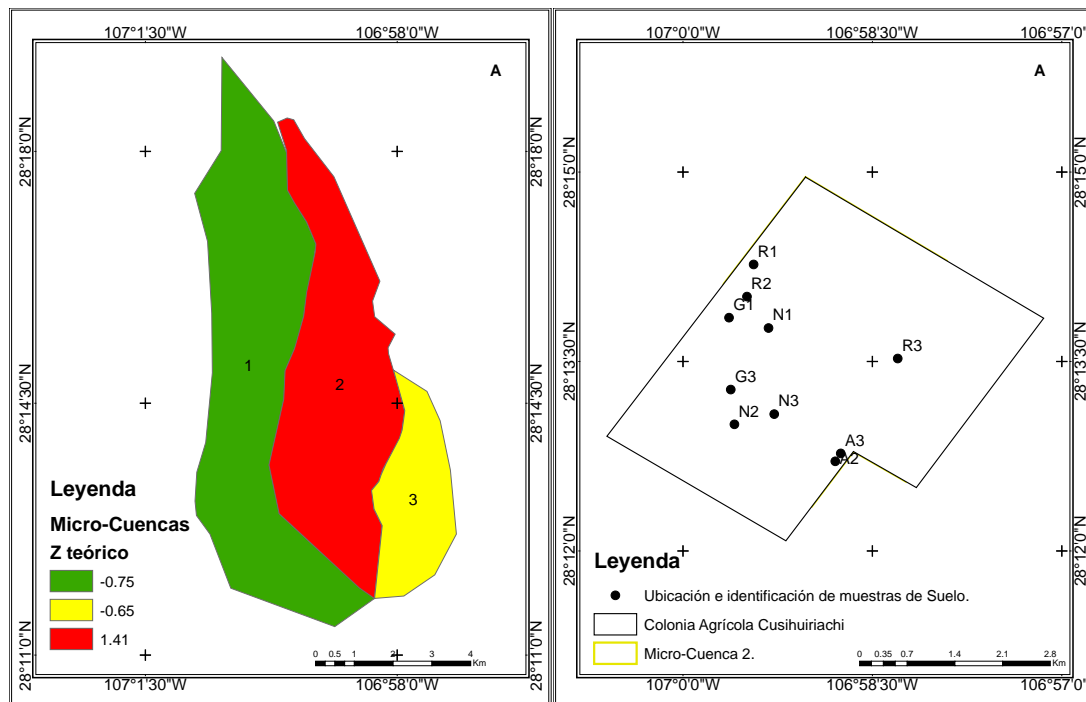
Se obtuvieron valores de cada uno de los índices anteriores en las tres microcuencas de estudio (Tabla 6).

Tabla 1 Valores de los diferentes índices.

Factor	Micro-cuenca 1 Arroyo los Charcos	Micro-cuenca 2 Arroyo del Terrero	Micro-cuenca 3 Arroyo del Chato
Captación de agua superficial. (m <sup>3</sup> totales)	5,045,799	95,438,812	720,630
Densidad de drenaje. (km km <sup>-2</sup> )	2.52	2.37	3.61
Índice de Gravelius.	2.70	1.81	1.53
Relación de bifurcación.	1.2	2.86	2.0
Pendiente media. (Grados °).	1.7	3.4	1
Tamaño ponderado medio de partícula del suelo. (Fina: 1, Media 2, Gruesa: 3).	2	2	2

Los valores anteriores por micro-cuenca se incorporaron al modelo de sumatoria lineal ponderada mencionado en la sección de métodos. La base de datos resultante se ligó a la cartografía de micro-cuencas generada en el trabajo, y los valores de aptitud del modelo fueron reclasificados con base en la estandarización Z mencionada en métodos. Esto indicó que la micro-cuenca 2, Arroyo del Terrero, tuvo mayor aptitud a nivel macro para la instalación de repesos, y aquí se levantaron las muestras de suelo (Figura 2), considerándose en particular el tipo de suelo. Este factor tuvo particular importancia, pues es relevante desde una perspectiva ingenieril y además así fue reconocido por el 87 % de los entrevistados durante la fase micro.





En la fase micro se identificó al sitio N1, de la micro-cuenca 2, como el punto ideal para la habilitación de un represo. La fase macro evidenció que la una micro-cuenca 2 presentó condiciones morfométricas adecuadas, mientras que la fase micro indicó que el sitio N1 reúne condiciones de permeabilidad que aseguran el almacenamiento del agua que escurra por la micro-cuenca. Esto no significa que los otros sitios deban necesariamente descartarse, pero sí que se requerirán mayores gastos para la habilitación de un reservorio de aguas superficiales. Puede requerir de préstamo lateral de tierra, acarreo de esta desde sitios distantes, etc. En términos de la captación potencial de agua, se ubican en la misma micro-cuenca, pero no tienen las condiciones apropiadas de permeabilidad. Es necesario destacar, que el sitio N1 también fue señalado como un sitio apropiado, de acuerdo a la percepción, netamente empírica de los pobladores locales entrevistados.

## CONCLUSIONES

Se identificaron tres micro-cuencas, teniendo una de estas, características más apropiadas para la creación de un represo o embalse que permita la cosecha de agua superficial. Esta corresponde espacialmente a la micro-cuenca 2: Arroyo del Terrero. En cuanto a las variables de interés para la creación de un represo, éstas fueron distintas dependiendo de la escala de análisis. A nivel macro son útiles las variables vinculadas con la morfometría de cuencas (densidad de drenaje, pendiente, índice de Gravelius, Relación de Bifurcación), así como la Captación Potencial de Agua. A nivel micro es determinante la permeabilidad de los sitios con

potencial para habilitarse con una obra de este tipo. En la primera escala se involucran aspectos vinculados con el volumen de agua captada y el tiempo de respuesta de la micro-cuenca, mientras que en la segunda, se involucran aspectos relacionados con la eficiencia del sitio para almacenar el agua captada. Estos criterios determinan a su vez la ponderación de cada factor, en cada escala. El trabajar a dos escalas diferentes fue de gran utilidad para la determinación de la zona con mayor potencial para la creación de una obra de retención de agua, pues existe amplia complementariedad en ambas escalas. La metodología es fácil de aplicar en otras regiones con problemática parecida.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Ebdon. (1982). Estadística para geógrafos. . Vilassar de Mar, Barcelona, España: Oikos-tau
- Gonzalez,A.(2004).Análisis morfométricas de la cuenca y de la red de drenaje del Río Zadorra y sus afluentes aplicado a la peligrosidad de crecidas. Dpto.Geografía, prehistoria y arqueología universidad del país vasco.
- Gonzalez, H. (2013). Uso de herramientas informáticas para la caracterización geomorfológica de cuencas hidrográficas. Memorias del III Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Morelia, 69.
- Horton, 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Bull. Geol. Soc. Am. 56: 275-370.
- Téllez, O. (2011). Desarrollo de coberturas digitales climáticas para México. Cambio Climático.
- Voogd, H , (1983). Evaluación Multicriterio para la planificación urbana y regional, Londres. PP. 391-405.

## **INFLUENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA PRIORIZACIÓN DE ZONAS SUJETAS A INUNDACIÓN EN LA MICROCUENCA DEL RÍO TIGRE, GUANAJUATO**

**Leticia Zamora Téllez<sup>1</sup>, Juan Alfredo Hernández Guerrero<sup>2</sup>, Artemio Hernández López<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Tesista de la Maestría en Gestión Integrada de cuencas de la UAQ; Carretera a Chichemequillas, Ejido Bolaños, C.P. 76140, Querétaro, Qro.

<sup>2</sup> Facultad de ciencias naturales de la UAQ

<sup>3</sup> Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero  
E-mail: [lefe\\_1703@hotmail.com](mailto:lefe_1703@hotmail.com)

### **INTRODUCCIÓN**

Las inundaciones son de los fenómenos naturales más destructivos en nuestro planeta, en México prácticamente todos los años se producen, en el estado de Guanajuato se tienen registros desde el siglo XVII hasta la actualidad, la microcuenca del Río Tigre no se encuentra exenta de dichos eventos cuenta con antecedentes de inundaciones de diferente magnitud e impacto.

Debido a que el escurrimiento superficial y la infiltración se encuentran asociados con el estado que guardan los recursos naturales disponibles en una cuenca hidrográfica y esto a su vez se asocia con la capacidad que tiene para resistir el impacto de inundaciones, resulta importante estimar dichos valores y de esta manera conocer algunas de las características biofísicas del lugar y a partir de ello priorizar zonas propensas a inundarse. Por ello el presente trabajo tiene como objetivo principal estimar valores de infiltración ( $I$ ) y escurrimiento superficial ( $Q$ ) para utilizar los resultados como indicadores iniciales de zonas susceptibles a inundación dentro del área de estudio, como parte del proyecto de investigación de la tesis "Estrategias de Mitigación y Respuesta ante el Impacto de Inundaciones en la Microcuenca del Río Tigre, Guanajuato".

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

La zona de estudio se encuentra al sureste del estado de Guanajuato entre los municipios de Jerécuaro (95%) y Coroneo (5%), tiene una superficie de 4 834 hectáreas, sus coordenadas extremas son 20° 11' 3.22" N, 20° 7' 7.69" S, -100° 31' 2.89" E, -100° 24' 2.90" O, se distribuye sobre un rango altitudinal que va de los 1,930 a los 3,046 msnm; se localiza aguas abajo de la presa Ángel Juárez (El Juguete), sobre el cauce del río Tigre, es una cuenca exorreica, con una red hídrica tipo dendrítica tributaria del río Lerma, su punto de salida se localiza en las coordenadas 20° 08' 41.8" N, -100° 31' 4.6" O como se muestra en la Figura 1.

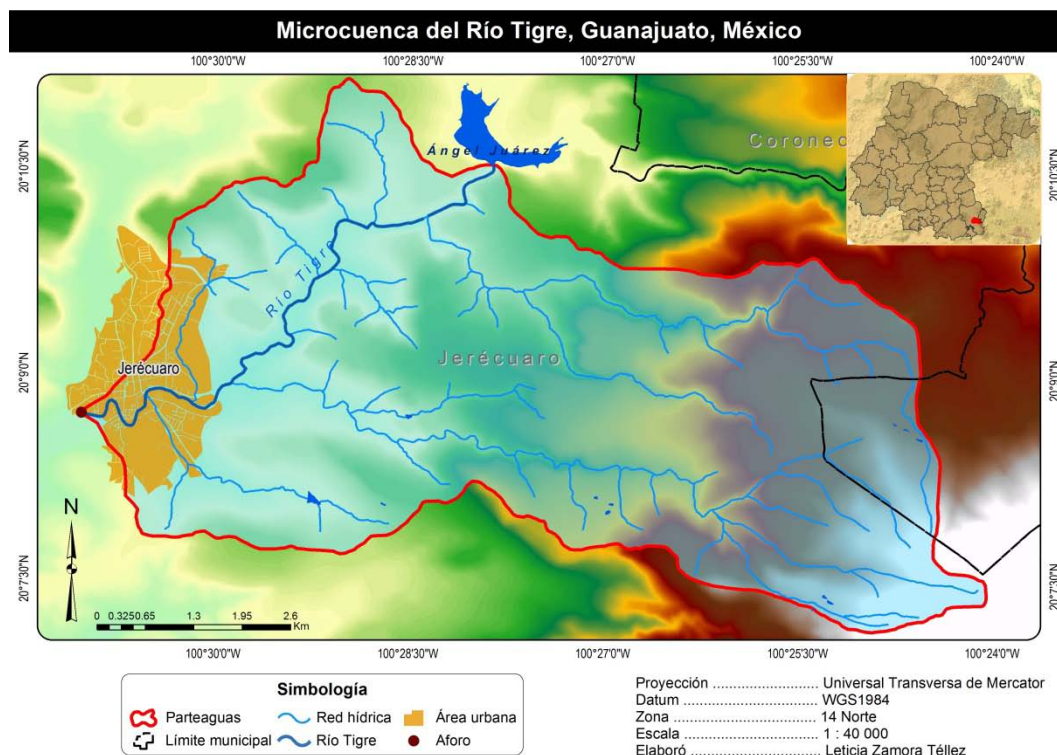


Figura 1. Localización de la microcuenca del Río Tigre, Guanajuato.

Fuente: Elaboración propia, con base en INEGI 2010, 2012.

Los suelos predominantes son vertisoles y luvisoles; de acuerdo con INEGI (2013) el uso de suelo y vegetación se distribuyen como se muestra en el Cuadro 1, Figura 2.

Cuadro 1. Distribución del uso de suelo y vegetación en la zona de estudio

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)
Agricultura de temporal anual (TA)	2,121
Pastizal inducido (PI)	1,535
Bosque de encino (BQ)	557
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (VSaBQ)	236
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSaBC)	235
Asentamientos humanos (AH)	112
Zona urbana (ZU)	26
Agricultura de riego anual y semipermanente (RAS)	11

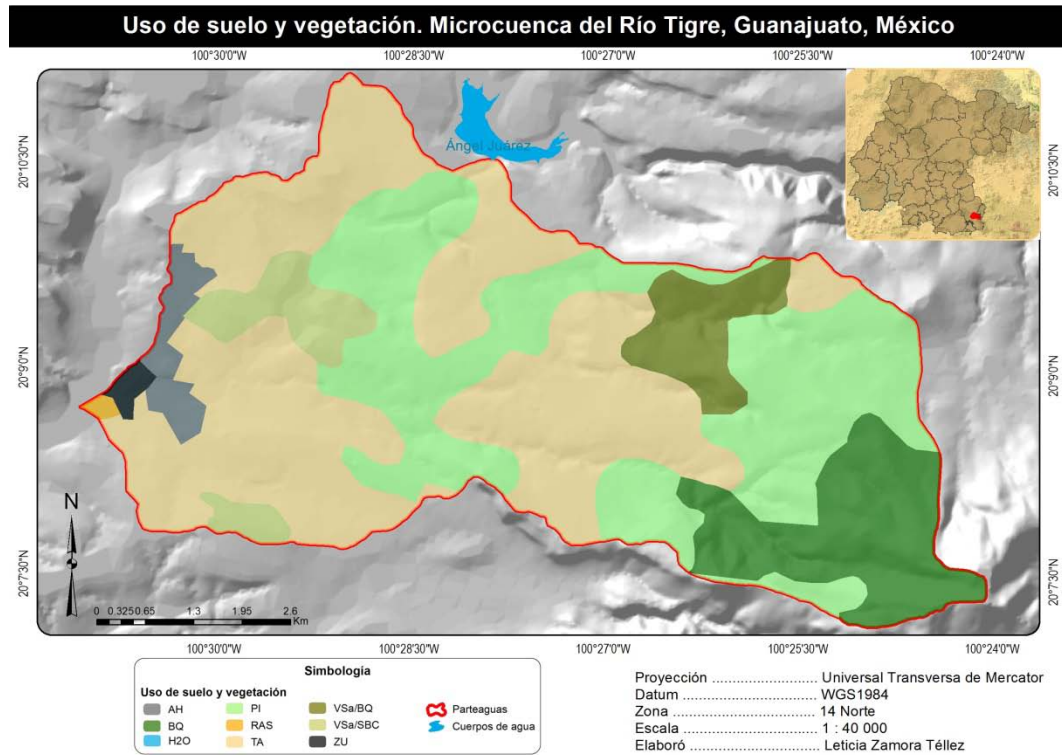


Figura 2. Uso de suelo y vegetación del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia, con base en INEGI 2007, 2012.

Para determinar los valores de escurrimiento superficial se partió de la formula  $Q = Ce * P$ ; la infiltración se determinó a partir de la ecuación  $I = P - ETp - Q$ ; donde  $I$  es la infiltración,  $Ce$  es el coeficiente de escurrimiento,  $P$  es la precipitación,  $ETp$  es la evapotranspiración y  $Q$  es el escurrimiento superficial (SAGARPA, 2012; CONAGUA, 2009). Los valores de precipitación se obtuvieron de las normales climatológicas de nueve estaciones del servicio meteorológico nacional, para el cálculo de la evapotranspiración se utilizó el método de Turc y los resultados se interpolaron por el método de distancia inversa ponderada IDW,  $Ce$  se obtuvo de acuerdo a la NOM 011<sup>1</sup>, donde se establece el cálculo del coeficiente de escurrimiento a partir de las características del suelo como son: tipo, textura, uso y porcentaje de la cobertura vegetal (DOF, 2002). Todos los valores fueron calculados como raster en Sistemas de Información Geográfica SIG y finalmente las formulas se evaluaron a través del Rastercalculator (Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los raster obtenidos muestran valores de  $Q$  que van de los 83.5 mm a los 157 mm, mientras que los de  $I$  fluctúan entre los -11 mm y 87 mm anuales en el área de estudio, como se muestra en las Figuras 3 y 4 respectivamente.

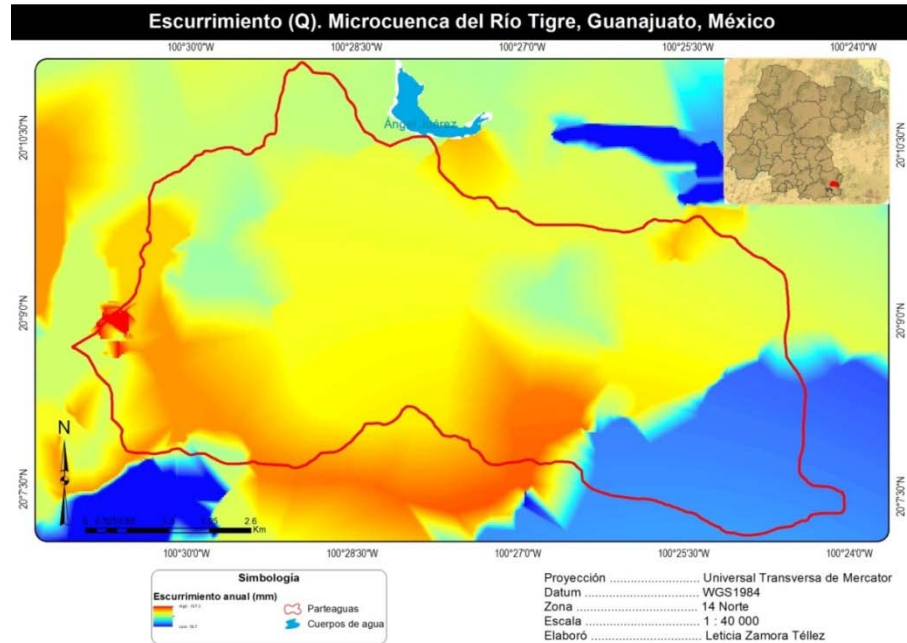


Figura 3. Ecurrimiento superficial ( $Q$ ) de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia, con base en INEGI 2007, 2012, SMN 1951-2010.

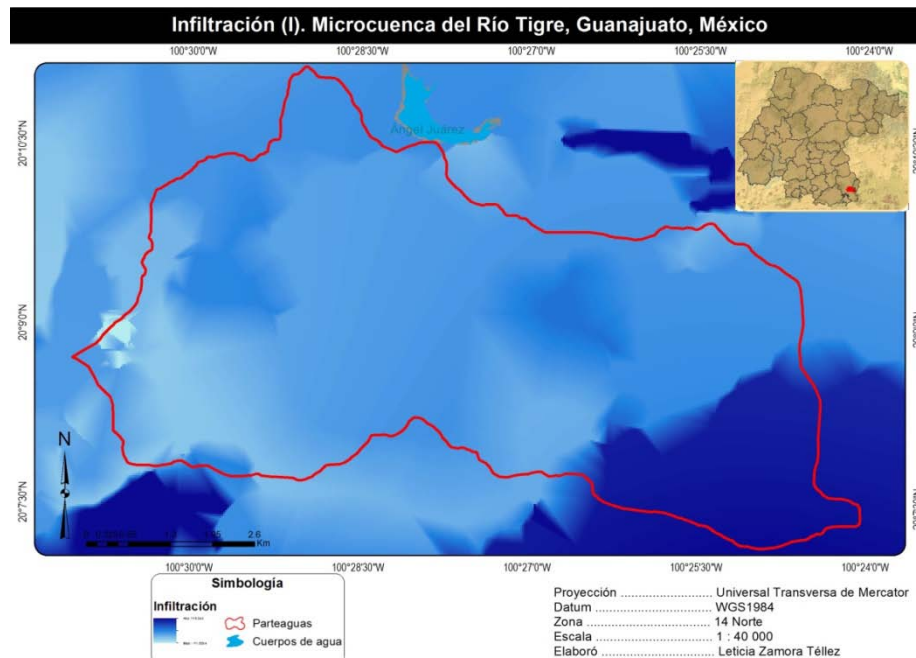


Figura 4. Infiltración ( $I$ ) de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia, con base en INEGI 2007, 2012, SMN 1951-2010.

El análisis demuestra que las zonas con mayor escurrimientos son aquellas en las que la cobertura vegetal es más escasa (zonas urbanas y destinadas a la agricultura) lo cual es un indicador de mayor susceptibilidad a inundaciones, por otro lado las zonas con mayor infiltración corresponden a la parte alta de la microcuenca, la cual está cubierta por bosque de encino lo que reduce el impacto del agua de lluvia y favorece su absorción al subsuelo, evitando de esta manera la escorrentía y reduciendo las probabilidades de una avenida extraordinaria.

### **CONCLUSIONES**

Con base en el estudio los valores obtenidos se consideran como indicadores preliminares que permiten priorizar zonas, sin embargo, se requiere de otros estudios donde se analice un mayor número de factores (meteorológicos, hídricos, geo-físicos, edafológicos, entre otros), así como la presencia de cuerpos de agua naturales y/o artificiales dentro y fuera de la microcuenca, debido a que el análisis conjunto de dichos factores otorgará mayor precisión en la delimitación de zonas de inundación en la microcuenca del Río Tigre.

Se concluye que estimar valores de infiltración y escurrimiento superficial permite identificar zonas propensas a inundaciones, conocer el comportamiento de la microcuenca y proporciona elementos para la planeación y toma de decisiones respecto al uso, manejo y ordenamiento que se dé a los recursos naturales con los que se cuenta con la finalidad de prevenir y sobre todo evitar inundaciones en la zona de estudio.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- CONAGUA. (2009). Actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea Acuífero (2611) La Tinaja estado de Sonora. Comisión Nacional del Agua. México. 2009.
- DOF. (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Diario Oficial de la Federación. México. 2002
- INEGI (2013). Metadato: Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250 000 Serie V (Capa unión). Aguascalientes. México.
- SAGARPA. (2012). Curso taller "Desarrollo de Capacidades Orientadas al aprovechamiento del suelo, agua y vegetación". Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/24/02.pdf> consultado el 01 de agosto de 2014.

## LOCALIZACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE SALVIA ORGÁNICA EN BAJA CALIFORNIA SUR

Hector Cirilo Fraga Palomino<sup>1\*</sup>, Manuel Ayala Cruz<sup>2</sup>, Arturo Cruz Falcón<sup>1</sup>,  
Francisco Higinio Ruiz Espinosa<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. CIBNOR. Mar Bermejo # 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz B.C.S. C.P. 23090, México. E-mail: [hfraga04@cibnor.mx](mailto:hfraga04@cibnor.mx); <sup>2</sup>Egresado de la Universidad Autónoma Indígena de México. Ingeniero en Desarrollo Sustentable.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Baja California Sur.

### INTRODUCCIÓN

La selección de especies con potencial agroecológico para una región implica ventajas en el manejo del cultivo, ya que producir una especie fuera de su ambiente óptimo encarece las tecnologías de producción, o bien reduce el rendimiento por el estrés ambiental; las principales causas de éste estrés, son las variaciones extremas de temperatura y la sequía o exceso de humedad. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos y que sean sostenibles desde el punto de vista social, económica y ecológico.

Las plantas aromáticas y medicinales en los últimos años han tenido un gran interés mundial debido a su uso como materia prima en farmacia, industria, cosméticos y alimentos por sus efectos secundarios, que influyen positivamente en la salud del hombre y su entorno.

La salvia es originaria del mediterráneo oriental (Grecia y Balcanes) pero se ha extendido a Italia, sur de Francia, centro y sur de la Península Ibérica y zonas templadas de América y Asia menor (Muñoz, 1996). Soporta bien las bajas temperaturas y las heladas, ya que necesita frío en invierno para formar la flor (Fanlo, 2009). Crece bien entre 0 a 1800 metros sobre el nivel del mar (Muñoz, 1996). La salvia se desarrolla en una temperatura mínima de 8-10 °C, óptima entre 18-24 °C y máxima de 25-35 °C.

El presente trabajo tuvo como objetivo la localización de zonas apropiadas para el establecimiento y producción de salvia orgánica en el estado de Baja California Sur.

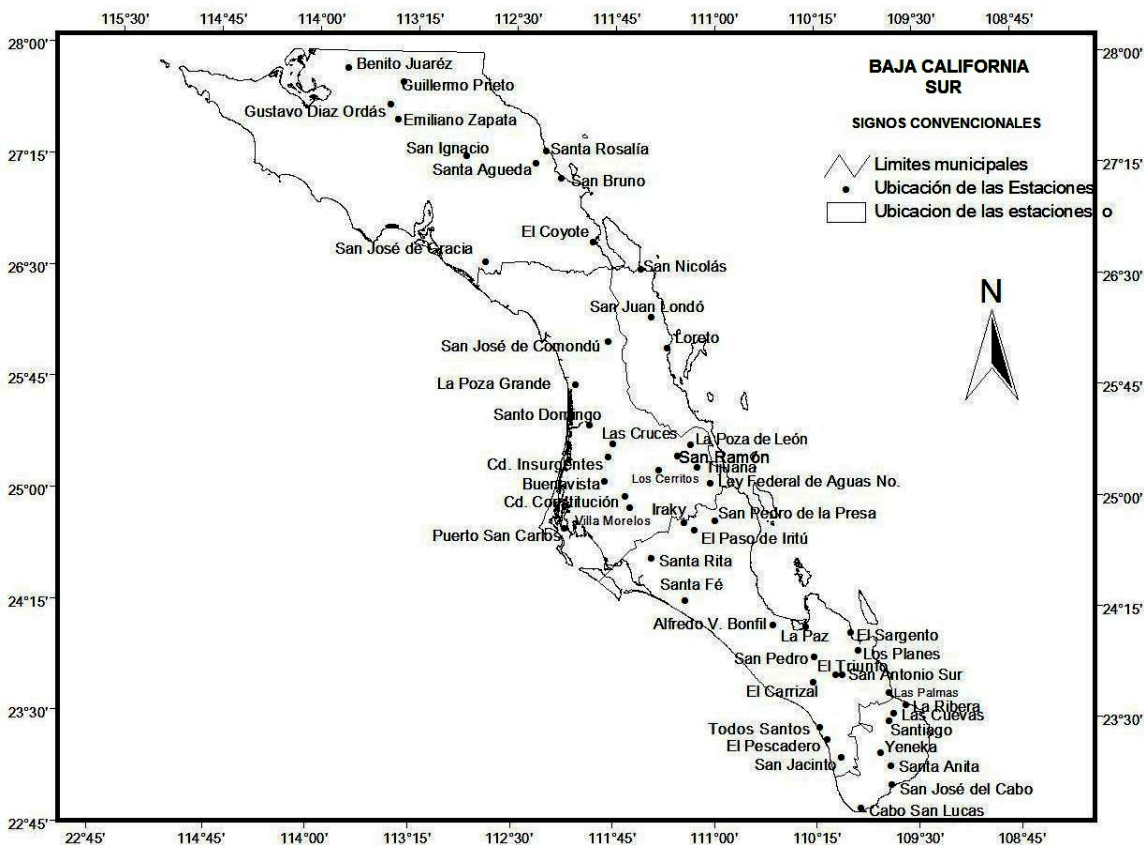
### MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió el estado de Baja California Sur, el cual cuenta con una superficie de 70470.98 km<sup>2</sup> misma que representa el 3.76% del Territorio Nacional y el 51.2% de la correspondiente península; la topografía presente alcanza alturas que van desde la zona litoral hasta las estribaciones de las sierras que reportan alturas de 2080 msnm (INEGI, 2013). La temperatura anual promedio para el estado es de 25°C, con máximas de 40°C y mínimas de



10°C, la precipitación anual promedio, de 1984 a 1999, por municipios de norte a sur es: para Mulegé de 160.6 mm, para Loreto de 184.6 mm, para Cd. Constitución de 163.8 mm, para La Paz de 180.2 mm y por ultimo para San José del Cabo de 345.4 mm. (INEGI, 2013).

**Figura 1.** Distribución espacial de las estaciones meteorológicas del estado de Baja California Sur donde se realizó el muestreo de suelos.



Se realizó un muestreo de suelos con una profundidad de 0-30 cm en los mismos sitios en donde se localizan las estaciones meteorológicas mostradas en la Figura 1, así mismo se tomaron los datos geográficos de ubicación con la ayuda de un navegador (GPS) marca CPS msp® 60CSx. La medición de pH se realizó con un potenciómetro modelo HI 98127 fabricado por HANNA instruments.

Las variables climáticas utilizadas en el presente trabajo se derivaron del sistema de información ambiental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarías (Ruíz *et al.*, 2006). Esto proviene de un proceso de acopio, manejo, análisis e interpretación de datos diarios de temperatura máxima, mínima y media, correspondiente a estaciones meteorológicas de tipo ordinario, pertenecientes a la red de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en

Baja California Sur. Esta base de datos incluye información de 51 estaciones con datos referentes al periodo 1961-2003. Los parámetros que fueron utilizados en el proceso de identificación de áreas potenciales para el cultivo de salvia orgánica fueron: temperatura máxima media, temperatura mínima media, temperatura media, altitud y pendiente del terreno.

Para la elaboración de los mapas primero se conjuntaron los requerimientos edafoclimáticos de la salvia, los cuales fueron obtenidos de revisión bibliográfica. El procedimiento para la determinación de áreas con potencial para producción de salvia orgánica, consistió en un análisis multicriterio llevado a cabo mediante el sistema de información geográfica (SIG) IDRISI. Este análisis consistió en la comparación de los requerimientos clima-suelo del cultivo contra las disponibilidades ambientales del estado bajo estudio. A partir de las imágenes temáticas producidas en el punto anterior, se generó cartografía de cada una de ellas. Para ello se utilizó el SIG IDRISI 3.2 para sectorizar las imágenes y exportarlas en formato shp. Los archivos shape se recuperaron en ArcView 3.2., para editarse y obtener mapas temáticos.

La herramienta que se utilizó para la elaboración de cartografía fue el programa ArcView 3.2 (SIG), que en este caso consistió en un sistema de mapeo computarizado para relacionar lugares con información agroclimática para el cultivo, las cuales se consideraron como zonas aptas con potencial productivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

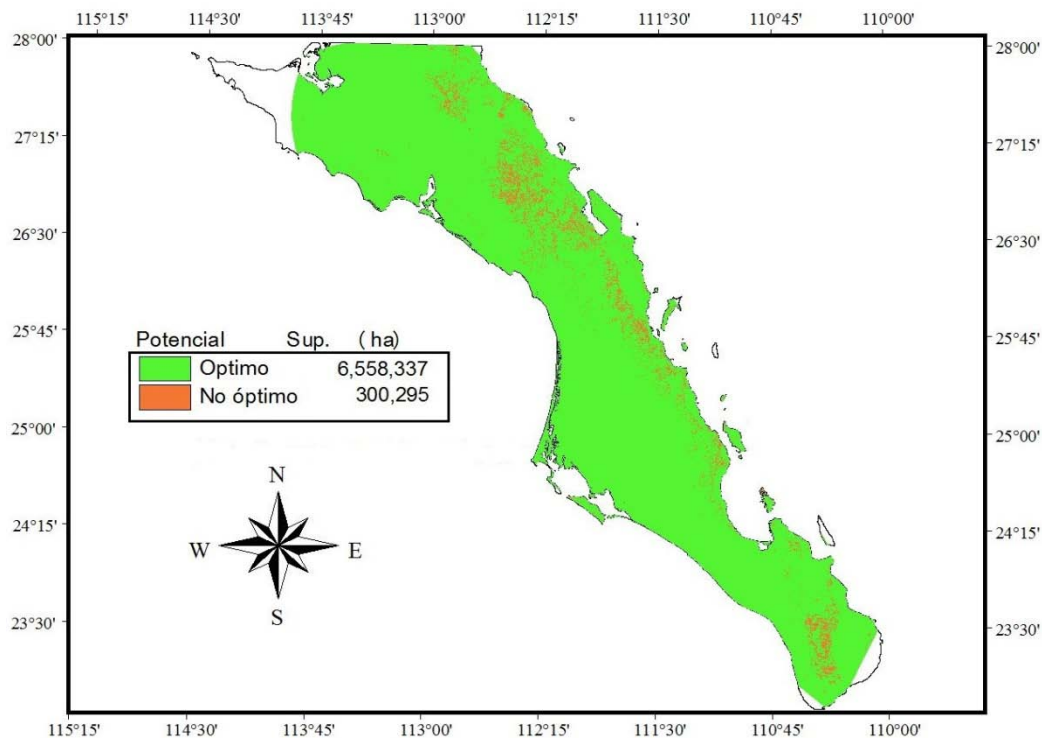
De acuerdo con los resultados del análisis de pH se encontró que la mayoría de los suelos son alcalinos. El valor encontrado menor fue de 7.7 (localidad de San Ignacio) y el mayor valor de pH fue de 8.8 (localidad Tijuana). La salvia tiene una escala muy amplia en la adaptación al pH del suelo, la cual va desde 5 hasta 9, soportando gran concentración de cal (Muñoz, 1996).

En el Cuadro 1, se puede apreciar el número de hectáreas potenciales para el cultivo de salvia para cada mes. De acuerdo con esta información, es posible la producción de salvia a lo largo de todos los meses del año. En el periodo comprendido de julio a septiembre es cuando se tiene una menor superficie con condiciones óptimas, como consecuencia de las altas temperaturas que se presentan durante el verano.

Cuadro 1. Superficie en hectáreas (óptimas y no óptimas) en que se puede establecer el cultivo de salvia en el estado de Baja California Sur.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Optimo	3,052,179	3,778,504	6,019,368	6,440,356	6,529,426	3,928,218
No optimo	3,808,244	2,985,466	1,082,842	300,117	617,992	2,587,747
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre

Optimo	2,063,020	1,583,927	2,338,750	6,295,316	6,558,337	4,181,490
No optimo	4,299,021	4,938,567	4,057,683	829,414	300,295	2,318,837



**Figura 2.** Áreas potenciales para el cultivo de salvia en el mes de noviembre en Baja California Sur.

De acuerdo al resultado encontrado para el mes de noviembre, este es el que muestra un mayor número de hectáreas con potencial óptimo con un 95% (6,558,337 hectáreas) de área potencial óptima y solo una superficie de 300,295 hectáreas o 5% no optima (Figura 2). Esta especie se puede cultivar en cualquier mes del año en Baja California Sur. De acuerdo con los resultados se dan las condiciones favorables para su producción en el estado, por lo que su cultivo es una opción para mejorar sustancialmente los ingresos de los productores.

### CONCLUSIONES

Fue posible determinar y localizar las áreas potenciales para el establecimiento y cultivo de salvia orgánica en el estado de Baja California Sur por medio de la elaboración y utilización de un SIG.

El cultivo de salvia orgánica se adapta a las condiciones ambientales del estado de Baja California Sur por lo que esta especie se puede cultivar exitosamente durante todo el año. Es

necesario establecer cultivos demostrativos y experimentales para comprobar puntualmente la extensión y validez de los resultados obtenidos en nuestra investigación. Esto promoverá, sin duda, el desarrollo agrícola sustentable del estado.

### **BIBLIOGRAFIA**

- Fanlo, M.; Melero, R.; Moré, E.; Cristóbal, R. 2009. Cultivo de Plantas Aromáticas, medicinales y condimentarias en Cataluña. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña-CTFC. Área de Productos Secundarios del Bosque. E-25280 Solsona (España) pp. 32-76.
- INEGI. 2013. Anuario estadístico de Baja California Sur 2012. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Gobierno del Estado de Baja California Sur. Aguascalientes, México.
- Muñoz, L-B, F. 1996. Plantas medicinales y aromáticas: estudio cultivo y procesado. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 365 p.
- Ruiz C., J. A., G. Díaz P., R. Meza S., V. Serrano A., y G. Medina G. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Baja California Sur (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRNO. Cd. Obregón, Sonora, México. 268 p.

---

---

## CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE LA SIERRA DE GAMÓN, DURANGO, MÉXICO

**Sonia Paulina Barraza Morán<sup>1</sup>, Luis Manuel Valenzuela Núñez<sup>1</sup>, Ulises Romero Mendez<sup>1</sup>,  
Amir Briceño Contreras<sup>1</sup>, Daniel Alejandro Espino Castillo<sup>1</sup>, Roberto Sifuentes Rocha<sup>1</sup>**

Facultad de Ciencias Biológicas-UJED, Av. Universidad s/n,  
Fracc. Filadelfia. C. P. 35010 Gómez Palacio, Dgo.<sup>1</sup>  
Correo: pauu\_cancer@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

A lo largo del territorio nacional se distribuye una gran diversidad de comunidades vegetales naturales como los bosques, selvas, matorrales y pastizales, sin embargo las actividades humanas generan constantemente impactos negativos sobre la estructura, funcionamiento y distribución de los mismos (Challenger y Dirzo *et al.*, 2009; Vitousek *et al.* 1997).

En el estado de Durango se encuentra una amplia variedad de tipos de vegetación, desde matorrales áridos hasta bosques tropicales secos. Esta diversidad da por resultado una flora relativamente rica (González *et al.*, 1983; González *et al.*, 2007). La composición de las diferentes comunidades vegetales presentes en Durango se ven altamente influenciadas por la elevación, así lo reportaron Valenzuela y Granados (2009) en un estudio realizado en el área de influencia del Salto, Durango. Sin embargo el cambio de uso de suelo en Durango ha quedado evidenciado en diferentes estudios. Trucios *et al.* (2009) en un estudio realizado en el río Sextín, Durango, reportaron que en el período de 1976 – 1993 el cambio de uso de suelo tuvo un impacto negativo sobre las coberturas de bosque de pino y pastizal natural, atribuyendo esto a actividades antropogénicas.

Rodríguez-Pereda (2012), reportaron para el estado de Durango una pérdida de vegetación de 36,672 ha, 10,694 ha y 17,874 ha, en los ecosistemas de bosque, matorral y pastizal respectivamente, para el periodo de 1994-2002. Los cambios de uso de suelo y vegetación son procesos que tienen alto impacto en el aspecto ecológico y biológico de los ecosistemas. De ahí la importancia de conocer la dinámica de dicho cambio y sus posibles orígenes. Por tal motivo este estudio se realizó con la finalidad de determinar el cambio de uso de suelo y vegetación del bosque de encino en la sierra de Gamón Durango, México en el periodo de 1977-2013.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del área de estudio

La Sierra de Gamón se encuentra en el Estado de Durango, comprende parte de los municipios de Peño Blanco, Guadalupe Victoria, Panuco de Coronado y Rodeo. Su elevación va desde los 2226 – 2757 msnm (metros sobre el nivel del mar), y se localiza entre las coordenadas 24° 25' 41" - 24° 47' 25" latitud Norte y 104° 21' 40" - 104° 8' 34" longitud Oeste (Figura 1).

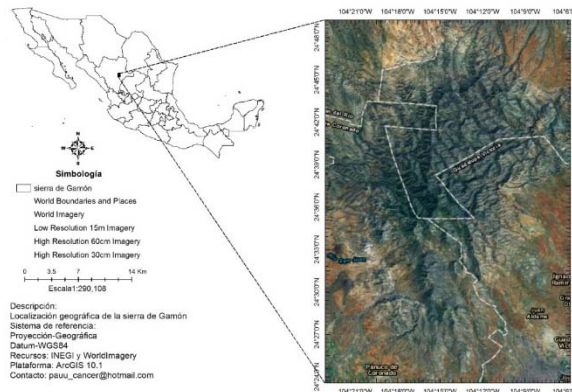


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio sierra de Gamón, Durango, México.

Las partes altas de la Sierra de Gamón están pobladas por pino (*Pinussp.*) y encino (*Quercusgambelii*); en las áreas más bajas la vegetación predominante es de tipo pastizal y zacate; el mezquite (*Prosopissp.*), huizache (*Pithecollobiumalbicans*), ocotillo (*Fouquieriasplendes*), quote (pendúnculo floral de *Agavespp.*), sotol (*Dasyilirionspp.*) y arbustos bajos son comunes en toda el área. En los márgenes de los ríos, así como en manantiales, es común encontrar buenos ejemplares de álamo (*Populustremuloides*) y fresno (*Fraxinuspp.*).

Cambio de uso de suelo (CUS).

El análisis de cambio de uso de suelo se realizó tomando en consideración las capas de uso de suelo y vegetación de las cartas G13-11, de las series I (1977) (INEGI, 1977) a la serie V (2013) (INEGI, 2013).

Para evidenciar el cambio de uso de vegetación se utilizó el programa ArcMap 9.3.1 con su extensión SpatialAnalyst ®. Se seleccionaron los polígonos de tipo de vegetación bosque de encino, matorral crasicaule y pastizal natural mediante la técnica de “selectedbyattributes” de Arcmap 9.3.1. Se empleó la herramienta llamada Symmetricaldifference del ArcToolBox para sobreponer los polígonos y de esta manera evidenciar el cambio de vegetación suscitado en los últimos 36 años (1977-2013) en la Sierra de Gamón, Durango.

**Cálculo de la pérdida, ganancia o estabilidad de los polígonos de la vegetación.**

La capa generada se separó en tres capas: la capa de pérdida, la capa de ganancia y la capa de vegetación que permaneció sin cambio. Posteriormente, cada capa se analizó a través de la tabla de atributos mediante la técnica llamada cálculo de la geometría, la cual calcula el área de los polígonos resultantes en hectáreas, metros o kilómetros. Se realizaron cálculos estadísticos básicos para determinar las pérdidas, ganancias y permanencia de la superficie de los tipos de vegetación en hectáreas.

Se calcularon las tasas de cambio de “vegetación natural” de bosque de encino, mediante un modelo exponencial discreto sugerido por Trejo y Dirzo (2000):

$$r = 1 - \frac{\left(1 - \frac{A1-A2}{A1}\right)^{1/t}}{A1}$$

Donde  $A1$  es la vegetación en la primera fecha de estudio,  $A2$  representa la vegetación en el último periodo de estudio y  $t$  es la diferencia de años entre ambas fechas.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La sierra de Gamón es un área característica del estado de Durango por su amplia diversidad de comunidades vegetales, que van desde pastos naturales, matorrales micrófilo y rosetófilo hasta áreas de bosque de encino en las partes altas de la sierra. Esta diversidad da por resultado una flora relativamente rica (González *et al.*, 1983; González *et al.*, 2007).

Para el período comprendido de 1977 a 2013 se observó un cambio importante en los tipos de vegetación presentes en el área de estudio, principalmente en las comunidades vegetales de mayor superficie como son bosque de encino (incluido el chaparral), matorral crasicaule y pastizal natural (Figura 3.). Estas modificaciones de superficie en comunidades vegetales ha quedado evidenciado en otros estudios tal como el de Trucios *et al.* (2009) quienes reportaron para el río Sextín en el estado de Durango un impacto negativo sobre la vegetación de bosque de pino y pastizal natural en el periodo de 1976-1993 adjudicando dicho impacto a actividades antropogénicas tales como la agricultura, ganadería y aprovechamiento para leña. Si bien en la sierra de Gamón no se ha disipado la interrogante de si el cambio en las superficies de vegetación fue positivo o negativo, la variación de diversas comunidades vegetales en el área de estudio es más que evidente (Figura 3).

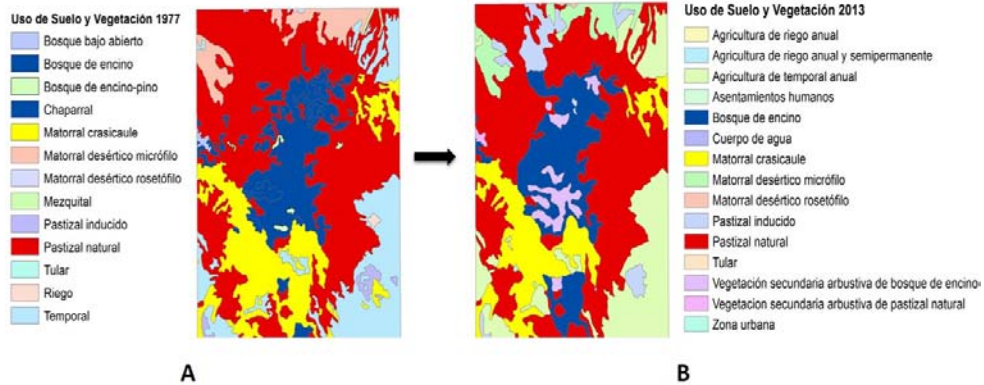


Figura 3. A) Tipos de vegetación presentes en 1977 (Serie I); B) Tipos de vegetación en 2013 (serie V); Se observa el cambio en superficie suscitado en las comunidades de bosque de encino (azul), matorral crasicaule (amarillo) y pastizal natural (rojo) para los últimos 36 años.

En el bosque de encino para 1977 (serie I) se tenía una superficie de 17,355.680221 hectáreas (Figura 4a), para el 2013 (serie V) la superficie fue de 17,380.41553 hectáreas (Figura 4b), es decir hubo un incremento de poco más de 24 hectáreas en los últimos 36 años en la sierra de Gamón, Durango (Figura 4).

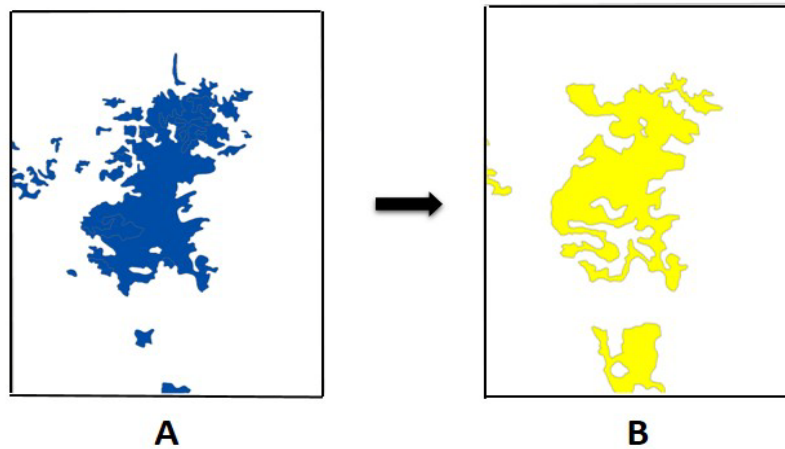


Figura 4. A) Superficie de bosque de encino para 1977; B) Superficie presente para 2013.

Mediante la herramienta de Symmetricaldifference se apreció la superficie perdida y la superficie ganada para el bosque de encino (Figura 5).



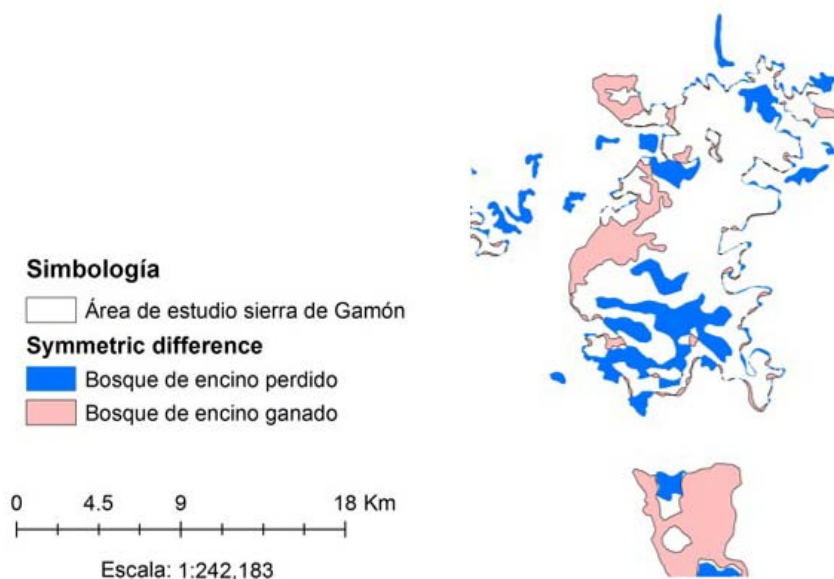


Figura 5. Muestra la superficie de bosque de encino ganada y perdida para los últimos 36 años en la sierra de Gamón, Durango.

La superficie ganada para las formaciones vegetales de bosque de encino fue de 5,517.30 hectáreas, mientras que por otro lado la superficie perdida fue de 5,492.57 hectáreas (Tabla 1), Rodríguez-Pereda (2012) reportaron una pérdida de vegetación también para las comunidades de bosque en el estado de Durango para el periodo de 1994-2002.

Tabla 1. Muestra la superficie ganada y perdida en hectáreas así como la tasa de cambio anual de 1977 a 2013.

Tipo de vegetación	Perdida y/o ganancia 1977-2013 (ha)	Tasa de cambio anual (%) 1977-2013	Área perdida (ha)	Área ganada (ha)
Bosque de encino	24.735306	+1	5492.57	5517.30

### CONCLUSIÓN

La sierra de Gamón en Durango es un área muy particular en el estado, por su alta diversidad de formaciones vegetales, que van desde pastizales naturales hasta comunidades de chaparral y bosque de encino en las partes altas. Estas comunidades vegetales se han visto modificadas en superficie desde 1977 hasta 2013, período de estudio de esta investigación.

Sin embargo, el cambio de uso de suelo se ha hecho presente en esta área, prueba de ello es la modificación de superficie en lo que respecta al bosque de encino, comunidad vegetal de la que se esperaría una disminución en superficie por su alta importancia económica ya que representa la principal fuente de materia prima en la industria maderera, pues el estado de Durango es el primer lugar a nivel nacional por su producción maderable, pero contrario a esto se registró un incremento en superficie de bosque de encino de 24 hectáreas, dicho incremento podría ser resultado de la disminución en el aprovechamiento para leña por los pobladores de las comunidades más cercanas además de ser una sierra con un relieve altamente accidentado lo que dificulta el acceso a las zonas de bosque de encino que se encuentran en la parte más alta de la sierra.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Challenger A., Dirzo R., 2009 Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: Capital natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio. México
- González E. S., 1983, La Vegetación de Durango. Cuadernos de Investigación Tecnológica. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional. Durango, Durango, México.
- González E.M. S.; González E. M.; Márquez L. M. A. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango. Ed. Plaza y Valdez editores D. F., México. 219 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1977. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2013. Carta de Uso de Suelo y Vegetación del Estado de Durango. Escala 1:250 000. México, D. F
- Rodríguez, F. F. J., Pereda, S. M. E., 2012. La dinámica espacial de los ecosistemas del estado de Durango. Revista Ra Ximhai, Universidad Autónoma Indígena de México. ISSN 1665-0441
- TrucioCaciano R., González Barrios J.L., Mojica Guerrero A.S., Valenzuela Núñez L.M., 2009, Cambio en el uso de suelo en la cuenca del río Sextín. Revista Tecnociencia, Vol. III, Pag. 121-130.
- Valenzuela Núñez L.M., Granados Sánchez D., 2009, caracterización fisionómica y ordenación de la vegetación en el área de influencia en el Salto, Durango, México, Rev. Chapingo vol.15 no.1 Chapingo
- Vitousek M. P.; Mooney H. A.;Lubchenco J.; Melillo J. M., 1997, Human Domination of Earth's Ecosystems, Science, New Series, Vol. 277, No. 5325. Pp. 494-499

---

---

## USO DE IMÁGENES LANDSAT (2013) PARA EVALUAR DEL ÁREA DE INUNDACIÓN DE LA LAGUNA DE BUSTILLOS, CHIHUAHUA.

Heber Javier García Cortes<sup>1</sup>, Luis Carlos Alatorre Cejudo<sup>1</sup>, Lara Wiebe Quintana<sup>1</sup>, Jesús Amado Alvarez<sup>1-2</sup>, Edgar Ivan Figueroa Martínez<sup>1</sup> y Juan José Alarcón Cabanero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Unidad Multidisciplinaria de la UACJ en Cuauhtémoc- Licenciatura en Geoinformática, Km 3.5 Carretera Cuauhtémoc-Anáhuac S/N Domicilio conocido Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido Cuauhtémoc C.P. 31600 Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel 0052+625-128-17-00, e-mail:

<sup>2</sup> Departamento de Riegos, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Campus Universitario de Espinardo, 30100, Murcia España.

### INTRODUCCIÓN

Oswald (2011), reportó que los impactos del cambio climático son cada día más evidentes, observables y cuantificables. El año 2010 fue el más caluroso en todo el mundo. Sin embargo, los países firmantes del protocolo de Kioto han retrasado un convenio nuevo que pudiera sustituir dicho protocolo y mantener el aumento de la temperatura de la Tierra debajo de los 2 °C. No obstante las predicciones para un uso intensivo del petróleo, indican que pudiera incrementar los niveles de temperatura hasta más de 6 °C y provocar desastres nunca conocidos, generando hambrunas en muchos países del planeta.

El cambio climático requerirá una nueva visión del manejo del agua a fin de hacer frente a los impactos en las precipitaciones mayores y más extremas, así como, mayores variaciones intra e interestacionales y tasas más elevadas de evapotranspiración en todos los tipos de ecosistemas. Los fenómenos climáticos extremos como inundaciones y sequías van aumentando, y se calcula que su frecuencia y magnitud se incrementen y que probablemente afecten de forma considerable a todas las regiones por lo que respecta a la producción de alimentos en general y a la seguridad alimentaria. (Weiet *al.*, 2009).

Debido a todo esto, existe un riesgo serio de conflictos futuros por tierras habitables y recursos naturales tales como el agua dulce. El cambio climático está afectando a la distribución de plantas, las especies invasoras, las plagas y los vectores de enfermedades y es posible que aumenten la incidencia y la localización geográfica de muchas enfermedades del ser humano, los animales y las plantas (IAASTD, 2008, Weiet *al.*, 2009). La Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación (FAO, 2009), delimita como causas de este tipo de problemáticas al cambio de uso de suelo, en América del Norte, a la demografía principalmente en el incremento de la población urbana, la economía en donde sobresale una mejoría en aquellos países industrializados por su baja dependencia de actividades primarias como la agricultura, además de tener mejores esquemas de conservación de recursos naturales, políticos e instituciones basadas en la comunidad como un diseño para el manejo de recursos

naturales, y finalmente el impulso de ciencia y tecnología para mejorar la competitividad y sustentabilidad de los sectores productivos.

Según Núñez *et al.*, (2007), la sequía es uno de los fenómenos naturales más complejos y el que a más personas afecta, tiende a extenderse de manera irregular a través del tiempo y el espacio, sus efectos son acumulativos y pueden permanecer aún después de la culminación del evento; dadas estas características la distinguen de otros fenómenos naturales, la sequía se clasifica en meteorológica, hidrológica y agrícola. Reyes y Núñez (2012), citaron numerosas definiciones de sequía y cada una involucra diversos factores ambientales, sociales y económicos. La carencia de una definición de sequía clara y universalmente aceptada contribuye a controversias sobre este fenómeno. Ortega (2013), reporto que la severidad de una sequía depende no solamente del grado de reducción de la lluvia, su duración o su extensión geográfica, sino también de las demandas del recurso hídrico para la permanencia de los sistemas naturales y para el desarrollo de las actividades humanas.

Según Hernández *et al.*, (2007), Aunque el término sequia no se menciona en la definición, se sabe que es uno de los factores más significativos que contribuyen a la degradación del suelo en las regiones áridas. Sin embargo, las actividades humanas son la principal causa de este proceso. Algunas estimaciones indican que cerca del 10% de la superficie de la tierra del planeta ha sido transformada por la acción humana. Convirtiendo en desiertos las áreas forestales y praderas. Por otra parte, más de un 25% de la tierra se encuentra en riesgo de degradación (WorldResourcesInstitute, 1990). México no es ajeno a estas problemáticas y se puede decir que se está cada vez más consciente de la importancia de crear grupos dedicados a la modelación numérica para trabajar en conjunto a nivel nacional, con la finalidad de constituir un equipo de expertos que generen información climática de utilidad para quienes se encargan de planear y tomar decisiones usando pronósticos o escenarios climáticos (Magaña, 2004; Hernández *et al.*, 2007).

En el norte México la cantidad de lluvia representa menos de 40% de la precipitación total del país, esta región es altamente vulnerable a impactos causados por sequías. En el Estado de Chihuahua, la precipitación pluvial es muy variable, se presentan años con cantidades normales o abundantes seguidos por otros escasos. Entre el año 1993 y 2004 la precipitación fue menor al promedio histórico (CNA, 2003). El 74% de la superficie del Estado de Chihuahua se encuentra en esta región, y la precipitación media anual es 448 mm; cerca de 83% de la lluvia total se pierde por evaporación y transpiración, y sólo 17% es aprovechada por los sectores productivos y para uso doméstico (CNA, 1996). En Chihuahua, la precipitación pluvial es muy variable, se presentan años con cantidades normales o abundantes seguidos por otros escasos

(CNA, 1996). Del año 1993 a 2004 la precipitación fue menor al promedio histórico, por lo que la sequía estatal adquirió una atención prioritaria.

Lizárraga *et al.*, (2010), definieron una regionalización climatológica en México, usando 18 regiones climáticas, con datos de 50 años, (1953-2003). El Estado de Chihuahua lo clasificaron en la región 5, con una precipitación media anual de 446 mm, de los cuales 74 mm ocurren durante el invierno y 372 mm, en el verano, equivalentes al 83% del total. La sequía más importante para el estado de Chihuahua fue la registrada de 1992 al 2003 (11 años), con un déficit de 56 mm año<sup>-1</sup>, lo que equivale al 12 % de la lluvia media anual, con lo cual el crecimiento de la vegetación, (principalmente matorral), es de 5 a 7 meses. El objetivo principal de este estudio fue evaluar y registrar la relación entre el crecimiento del área de inundación de la Laguna de Bustillos en función de la cantidad de lluvia ocurrida durante el ciclo 2013, tomando como base los Sistemas de Información Geográfica e Imágenes Landsat de la Cuenca Hidrológica No 34.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La Laguna de Bustillos (Figura 1) se encuentra situada en el seccional de Anáhuac en el Municipio de Cuauhtémoc Chihuahua rodeada de los poblados de Ciudad Cuauhtémoc y Bustillos. Dicho cuerpo de agua se extiende aproximadamente por 302.7 km<sup>2</sup>. Tiene una longitud promedio de 16.5 km, un ancho de 7.5 km, una profundidad media de 1.2 m y una capacidad aproximada de 148 000 000 m<sup>3</sup> de agua. Su polígono se encuentra ubicado Latitud 28°58'12" - 28°15'00" N - Longitud 107°09'36" - 106°15'00" W. La cuenca hidrográfica que drena hacia la laguna se caracteriza por tener una planicie que tiene una elevación media de 2000 m.s.n.m. (CNA, 1991).

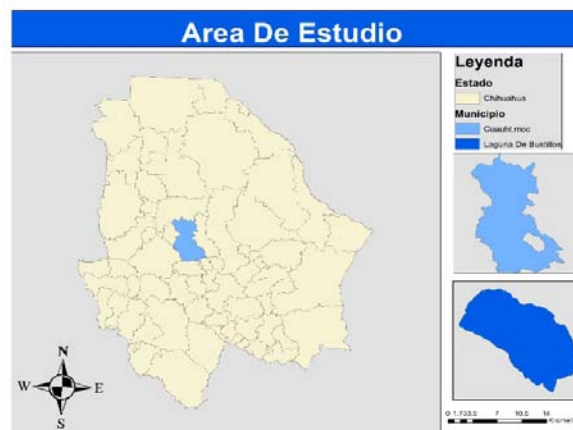


Figura 1.- Ubicación de área de estudio. 2013.

Análisis temporal del comportamiento del área de inundación. Para este trabajo se utilizaron 15 imágenes del satélite Landsat 8, con una resolución espacial de 30 metros. Se utilizaron todas las bandas espectrales de la uno a la siete y la nueve. Las fechas de las imágenes corresponden a los meses de abril a diciembre del año 2013, lo cual permitió un buen registro de los cambios en el cuerpo de agua de la Laguna Bustillos. Las imágenes fueron adquiridas de página web <http://earthexplorer.usgs.gov/>, la cual pertenece a United States Geological Survey (USGS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las imágenes satelitales permitió evaluar quincena con quincena el crecimiento del área de inundación de la Laguna de Bustillos en la región de Anáhuac Chihuahua, facilitando así el entendimiento de la recuperación de que dicho cuerpo de agua, adquiriendo datos espaciales y cuantitativos del su crecimiento. La obtención de 11 cartografías para los diferentes períodos permite realizar una comparación visual de los resultados, la imagen del 21 de Mayo de 2013 muestra que el área de inundación alcanzó el mínimo, del período de estudio, mientras que en la imagen del 26 de Septiembre obtuvo la mayor área de inundación (Figuras a, b y c).



El incremento en el crecimiento del espejo de agua dentro del censo de la laguna de Bustillos, en la Municipalidad de Cuauhtémoc, Chihuahua, se puede apreciar en el Cuadro 1 donde se indica la fecha de cada imagen, el área de inundación en  $\text{km}^2$ , en función de la precipitación pluvial acumulada. En Chihuahua, el problema de la escasez del agua, obedece, entre otras causas, a la irregular distribución espacial y temporal de la lluvia; es decir, los regímenes bajos de precipitación se presentan en donde la densidad de población es más alta y donde se concentra la mayor parte de las actividades económicas de las que subsisten los habitantes del estado. En el estado de Chihuahua se registra una precipitación promedio anual de 419 mm, lo que lo

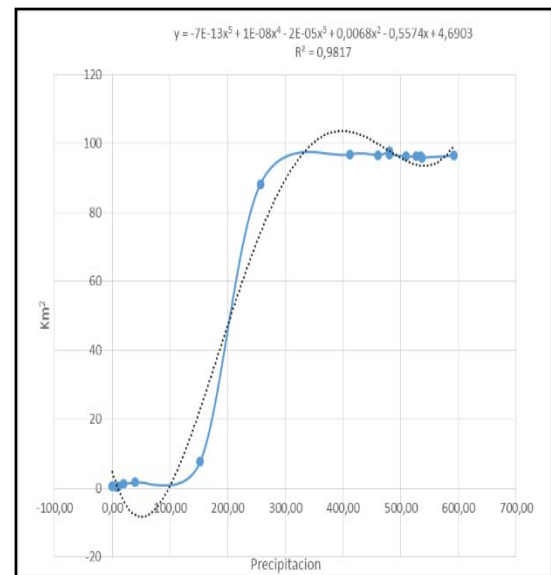
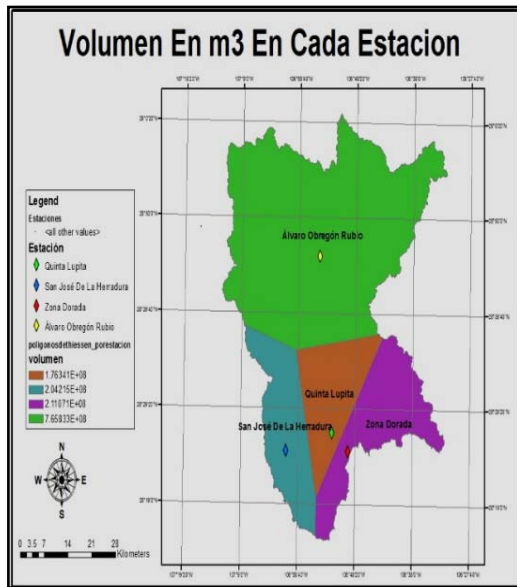
ubica entre las primeras cuatro entidades federativas que registran las precipitaciones más bajas a nivel nacional (CNA, 2003).

Cuadro 1. Relación de la Superficie (Km<sup>2</sup>) en el área de inundación de la Laguna de Bustillos en función de las imágenes de satélite, por fecha, durante el ciclo 2013.

Fecha por quincena ciclo 2013	Área Km <sup>2</sup>	Precipitación media acumulada mm
19 de abril	0.55	0.03
05 de mayo	0.42	0.40
21 de mayo	0.32	6.88
06 de junio	0.43	10.25
22 de junio	1.31	19.33
08 de julio	1.57	38.90
24 de julio	7.21	152.25
09 de agosto	88.28	256.73
25 de agosto	97.06	411.18
10 de septiembre	96.66	460.40
26 de septiembre	97.65	480.35
12 de octubre	96.87	480.73
28 de octubre	96.31	508.73
13 de noviembre	96.17	526.45
29 de noviembre	96.34	533.95
15 de diciembre	95.86	536.63
31 de diciembre	96.47	591.40

La representación del volumen de agua de lluvia ocurrido dentro del área de estudio se muestra en la Figuras 3 a, donde se puede apreciar que la mayor aportación se debe a la mayor superficie que representa la superficie de la estación de la Colonia Álvaro Obregón, del Ayuntamiento de Cuauhtémoc, Chihuahua con un área de 1,970.07 Km<sup>2</sup> con una precipitación anual de 388.6 mm y debido a esto es la que más volumen de lluvia aporta con 765.83 Millones de metro cúbicos de lluvia por año y la que menos influencia ocupa es la estación de Quintas Lupitas con un área de 397.34 Km<sup>2</sup> con una precipitación anual de 443.8 mm y es la que menos volumen de lluvia aporta dentro de la cuenca con 176.34 Millones de metros cúbicos de lluvia por año.

De acuerdo a la evolución temporal del área de inundación, (Figuras 3 b) se pudo comprobar que la cuenca hidrográfica que drena hacia la Laguna de Bustillos, tiene un grado de respuesta a las precipitaciones muy elevado, lo cual se relaciona con una incipiente cubierta vegetal en las sierras y piedemontes, lo cual incrementa la respuesta a la precipitación, una baja infiltración y graves problemas de erosión. El análisis general de la información a través de las imágenes Landsat permitió registrar que el embalse creció de manera muy rápida, ya que para el 9 de Agosto, del 2013, con 256.73 mm, de lluvia promedio acumulada ya se había cubierto el 90 % del área total de inundación en la laguna (Área = 88,28 Km<sup>2</sup>), respecto al crecimiento total máximo de la misma (Área = 97.65 Km<sup>2</sup>) el cual ocurrió el 26 de Septiembre del 2013, cuando se habían registrado 480.35 mm de lluvia.



Figuras 3 a, b. Volumen de agua de lluvia dentro de la Cuenca Hidrológica, y la relación estadística entre el crecimiento del area de inundacion y la lluvia. 2013

### CONCLUSIONES

Se calculo y reconoció la relación entre el crecimiento del área de inundación de la Laguna de Bustillos ( $y = -7E^{-13}x^5 + 1E^{-8}x^4 - 2E^{-5}x^3 + 0.0068x^2 - 0.5574x + 4.6903$ ) en función de la cantidad de lluvia ocurrida durante el ciclo 2013, (591 mm promedio acumulad0) tomando como base los Sistemas de Información Geográfica e Imágenes Landsat de la Cuenca Hidrológica No 34.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alatorre, L. C., & Beguería, S. (2009). Identificación de zonas de erosión activa y áreas de riesgo mediante teledetección: un ejemplo en un paisaje de cárcavas sobre margas en el pirineo central español. Cuadernos de Investigación Geográfica, 171-194.
- Comisión Nacional del Agua – Colegio de Posgraduados .2007. Plan director: unión de asociaciones de usuarios de aguas subterráneas del acuífero de Cuauhtémoc, Chihuahua, S de RL de IP de CV, Comisión Nacional del Agua
- Comisión Nacional del Agua. 2009. Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea Acuífero (0805) Cuauhtémoc, Estado De Chihuahua, Comisión Nacional del Agua. Recuperado a partir de <http://www.conagua.gob.mx>.
- IAASTD. 2008. Executive Summary of the synthesis Report of the International Assessment of Agricultural Knowledge, science and technology for Development (IAASTD). Intergovernmental Plenary in Johannesburg, South Africa (7-11 April 2008).

---

---

## BALANCE ENTRE EL GASTO DE AGUA PARA USO DOMESTICO Y PRODUCCION DE MANZANA EN CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA MEDIANTE FOTOINTERPRETACIÓN

Juan Carlos Enríquez Venzor<sup>1</sup>, Luis Carlos Alatorre Cejudo<sup>1</sup>, LaraWiebe Quintana<sup>1</sup>, Jesús Amado Alvarez<sup>1-2</sup>, Cesar Arturo Gutierrez Ramos<sup>1</sup> y Juan José Alarcón Cabanero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez-Unidad Multidisciplinaria de la UACJ en Cuauhtémoc- Licenciatura en Geoinformática, Km 3.5 Carretera Cuauhtémoc-Anáhuac S/N Domicilio conocido Calle Ejercito Nacional No 5220, Colonia Ejido Cuauhtémoc.C.P.31600 Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel 0052+625-128-17-00, e-mail:

<sup>2</sup>Departamento de Riegos, Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), Campus Universitario de Espinardo, 30100, Murcia España.

### INTRODUCCIÓN

El abastecimiento de agua es uno de los principales aspectos que aseguran la sustentabilidad de las ciudades en el mundo. Las limitaciones del medio ambiente son consideradas como una de las principales causas de movimientos poblacionales, principalmente en las zonas secas donde el agua y no la tierra son el factor limitante (Shah, 2010). En México el 75 % de su población reside en localidades urbanas y la proyección de los datos de crecimiento demográfico al año 2030 muestra que el mayor crecimiento de la población será en las zonas urbanas (Arreguinet al., 2010).

De manera inversa al crecimiento demográfico, la disponibilidad de agua per cápita disminuye cada vez más. En México la disponibilidad de agua per cápita se redujo del año 1950 al año 2010 de 18,035 m<sup>3</sup> de agua anualmente a solamente 4,210 m<sup>3</sup> por cada habitante del país; y según las proyecciones de población realizadas para el año 2030, la disponibilidad de agua sería de 3,783 m<sup>3</sup> por habitante y por año (CNA, 2008). De acuerdo con los resultados obtenidos por Díaz (2011). Es válido afirmar que todo el norte del país está bajo algún tipo de aridez y que el estado de Chihuahua en la mayor parte de su territorio cuenta con climas árido y semiárido. La mayor parte del estado de Chihuahua tiene una precipitación pluvial anual que oscila entre 250 y 500 mm; de igual manera la mayor parte del territorio de Chihuahua no dispone de agua superficial (CNA, 2008) y se está calentando y secando (Arreguinet al., 2010).

La mayor sobreexplotación de acuíferos se registra en las regiones de Camargo-Jiménez, Cuauhtémoc, Chihuahua-Sacramento, Villa Ahumada-Flores Magón (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2004). Aunado a esto, en la región hidrológica Rio Bravo a la que pertenece la cuenca Laguna Bustillos sobre la cual se encuentra la zona de estudio se cuenta con alto grado de presión sobre el recurso hídrico equivalente a 76% (CNA, 2011). Este grado de presión sobre el recurso es el porcentaje que representa el agua empleada en usos consuntivos

respecto al agua renovable, el cual se considera que si el porcentaje es mayor al 40% se ejerce una fuerte presión sobre el recurso.

En el caso de la ciudad de Cuauhtémoc Chihuahua, la cual cuenta con un clima semiseco templado, se encuentra sobre un acuífero que está bajo una planicie cerrada de forma irregular por las sierras de Pedernales, San Juan, Salitrera, Chuchupate, Sierra Azul y el Rebote, en la cual la única aportación de agua al acuífero es mediante las precipitaciones. Actualmente el acuífero se encuentra sobre explotado, según la información que proporciona CNA (2008): a) Alimentación natural: 115.2 Mm<sup>3</sup> anuales, b) Extracciones: 569.4 Mm<sup>3</sup> anuales, con los siguientes usos: i) Agrícola: 92.7%; ii) Público urbano: 4%; iii) Industrial y pecuario: 3.3%.

Por otra parte, la fruticultura y en especial la manzana, es una de las fortalezas de Cuauhtémoc, pues junto con los municipios de la región han colocado al estado de Chihuahua como el primer productor nacional. Aunado a esto, la presencia de la comunidad menonita a lo largo de todo el año está generando riqueza con la producción de leche, quesos y sus derivados; así como en la elaboración de varios tipos de embutidos, estos dos aspectos, principalmente, han hecho que la ciudad tenga un elevado Índice de Desarrollo Humano IDH (El IDH es un índice compuesto que resume las mediciones de los avances medios logrados por una población en tres aspectos básicos del desarrollo humano: salud, conocimiento e ingresos. desarrollo nacional, como el nivel de ingresos y la tasa de crecimiento económico), Que es aceptado generalmente en los medios políticos y académicos como un indicador del nivel del desarrollo de una población (López, 2003).

El IDH que pertenece al municipio de Cuauhtémoc según CNA (2008) es equivalente a 0.825, que está clasificado como "muy alto". Este IDH tan elevado sugiere que la cabecera municipal tenga un importante crecimiento económico en los tiempos presente y futuro cercano, como también un crecimiento en las áreas del conocimiento, incluyendo todos los niveles de educación, y sus instalaciones en consecuencia. Se ha observado un crecimiento de la mancha urbana de Cuauhtémoc en los últimos 23 años, el cual se observa que crece alargadamente alrededor de las principales salidas viales de la ciudad, lo que ha generado dificultades en la prestación de servicios. Por ejemplo, para la dotación del servicio de agua potable se ha tenido que incrementar la red de tubería y se ha requerido de la perforación de más pozos. Según informes del censo INEGI (2010), el municipio de Cuauhtémoc tiene 154,537 habitantes. Esta cifra muestra un incremento poblacional en los últimos cinco años del 14.65%. A diferencia de otras ciudades del estado como Madera la cual decreció un 8.97%.

En el municipio de Cuauhtémoc existen más de 7,000 hectáreas de huertas de manzana según los datos obtenidos por Callejas (2007), de las cuales 1656 hectáreas se encuentran dentro del

área urbana de la ciudad que representan el 21.76% del total de huertas en el municipio. Las huertas de manzana no solo representan una importante fuente de ingresos a la comunidad, sino también una importante fuente de empleo para los habitantes del municipio y otros municipios vecinos. Así mismo, el cultivo de éste fruto requiere de una importante cantidad de agua, y estas huertas ubicadas dentro de la mancha urbana consumen del recurso que está destinado al abastecimiento público urbano en vez del abastecimiento agrícola. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la competencia que tienen en base al gasto de agua las huertas urbanas y la población de la ciudad, y de qué manera impacta esto en el nivel estático del acuífero.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La Ciudad de Cuauhtémoc que se encuentra en la Longitud 106°52' 0" O y Latitud 28° 24' 18" N, misma en la que se limita el área de estudio a la mancha urbana comprendida entre los límites que establecen las carreteras que sirven como periféricos o libramientos de la ciudad, debido a que son estas vías de comunicación las barreras que delimitan el área perteneciente a la ciudad, las cuales son: la carretera a Colonia Álvaro Obregón, el Periférico Manuel Gómez Morín y la carretera Chihuahua 21, al oeste, norte y este de la ciudad respectivamente; al sur de la ciudad no se tiene una barrera tan puntual, pero de igual manera no existen huertas de manzana colindantes con la mancha urbana ( Figura 1).

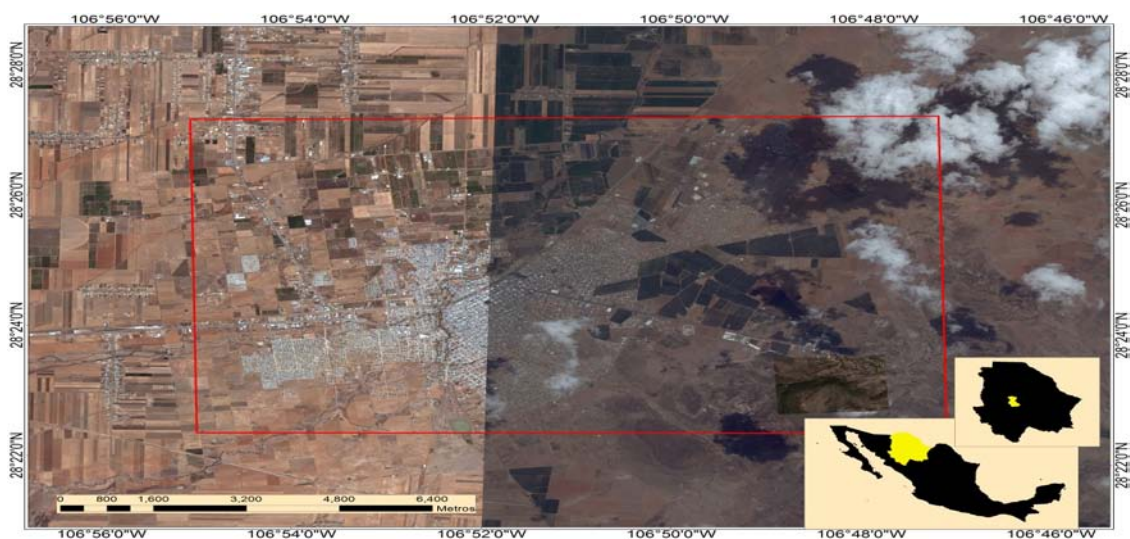


Figura 1. Localización del área de estudio. 2013.

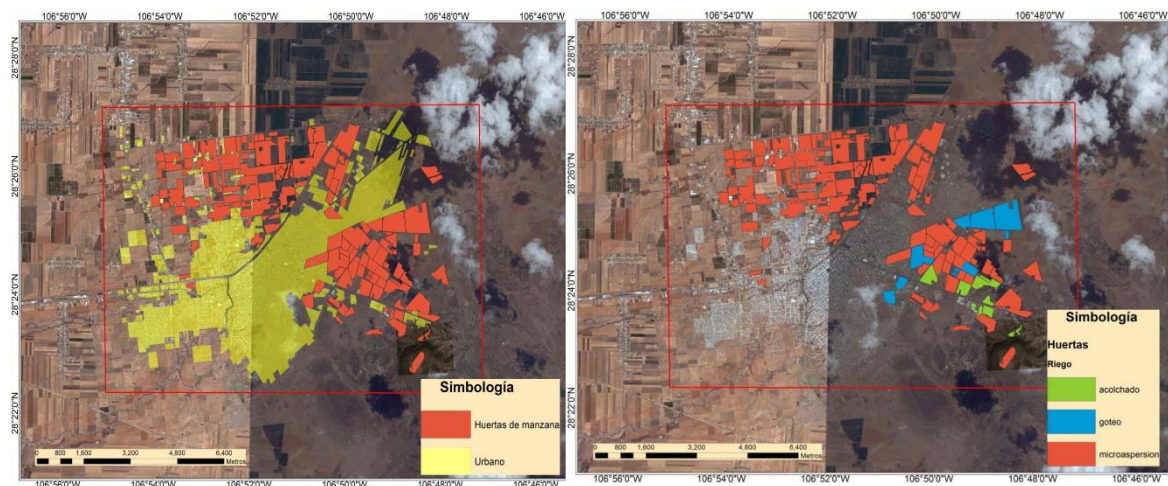
El municipio de Cuauhtémoc tiene una población de 154,639 habitantes, de los cuales el 73.72% se encuentran en la cabecera municipal equivalente a 114,007 habitantes (INEGI, 2010). Con el fin de ubicar las huertas manzaneras dentro del área de estudio, y cuantificar el área que éstas representan, se ocupó la cartografía generada por Bravo *et al.* (2010), y validada

utilizando el software ArcGis 10© en el cual se hizo fotointerpretación con imágenes Bing© 2010, también se hizo fotointerpretación con ayuda de imágenes de Google Earth© 2013, además de revisiones de campo.

Se generó una base de datos con la información de la profundidad y los niveles estáticos, proporcionada por JMAS 2013, de cada pozo utilizado actualmente para el servicio de agua para la población de la ciudad. Se realizó un *spline* en ArcGis 10 con las profundidades de los pozos. La herramienta *Spline* utiliza un método de interpolación que estima valores usando una función matemática que minimiza la curvatura de la superficie, resultando en una superficie lisa que pasa exactamente a través de los puntos de entrada (ESRI, 2012).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

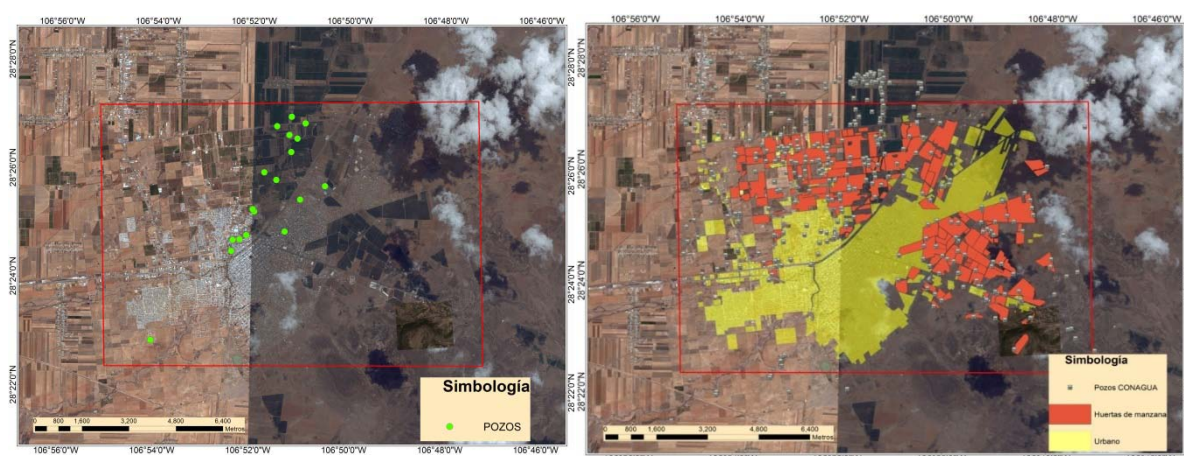
Se obtuvo una cartografía actualizada para el año 2013 de las huertas de manzana que se encuentran dentro del área urbana de Cuauhtémoc, Chihuahua. Como se puede observar en la Figura 2, los polígonos que son ocupados por huertas de manzana ocupan 14.52% del área total, mientras que el área urbana ocupa el 24.35% y el resto ocupa 61.13% del área total. De acuerdo a estas proporciones se obtiene que el área de huertas de manzana ocupan un poco más del 50% del área urbana. Se generó una base de datos con el tipo de riego de cada huerta de manzana del área de estudio (Figuras 2a, 2b).



Figuras 1a, 2b. Panorama de la Ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua y huertas de manzana por tipo de riego. UACJ-2013

De acuerdo a los resultados mostrados en los apartados anteriores, se corrobora que sin lugar a dudas existe un desperdicio de agua en la zona de estudio debido en gran medida a los tipos de riego que se han venido utilizando en la actividad frutícola, y que está perjudicando de cierta forma la necesidad de agua de la población; se sabe que la recarga del acuífero es menor a la

extracción que de él se realiza, y dado que en la zona de estudio la actividad agrícola representa la principal fuente de ingresos, la tecnificación de los riegos es una buena solución para las huertas de la zona, dónde la competencia por el recurso hídrico es tan fuerte.



Figuras3a, Pozos de Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Cuauhtémoc Chihuahua, 3b Pozos concesionados por CNA dentro del área de estudio al 2004.

La presencia de las huertas de manzana limitan de cierta forma el crecimiento ordenado de la ciudad, lo cual causa problemas en la prestación de los servicios públicos de la mancha urbana, como es el caso del agua, lo cual se puede ver en déficit actual de agua en ocasiones en las colonias alejadas de los puntos de bombeo de agua, que coinciden con las zonas elevadas donde no existe la extracción de agua. La urbanización se está realizando sobre huertas de manzana antiguas, lo cual deja en claro que la ciudad crece hacia dónde el acuífero se ve más abatido. Esto marca a su vez una tendencia de crecimiento, ya que las huertas urbanas son de las más antiguas de la región, y es a dónde se está extendiendo la mancha urbana. Esta tendencia representa un problema inminente en el suministro de agua, ya que el problema de abastecimiento de agua en la ciudad se tiene contemplado solucionar con la construcción de más tanques para el almacenamiento para posteriormente bombearlo a la red hidráulica. Por otra parte, la solución al problema de falta de disponibilidad de agua bombeada en la red hidráulica se está llevando a cabo por parte de JMAS y consiste en la perforación de pozos al norte de la ciudad, lo que significa que se va a importar agua hacia la zona de la ciudad. Estas dos acciones que actualmente se están realizando van enfocadas a satisfacer las necesidades de la ciudad, pero son acciones que solamente resuelven el problema a corto plazo y que no están atacando el problema principal, que es el abatimiento del acuífero. Es decir, se resuelve el problema del desabasto, pero el agua se seguirá agotando bajo las condiciones actuales. Las extracciones de agua de JMAS se realizan en la misma zona donde existen gran cantidad de hectáreas de manzana con riego de micro aspersión y con niveles estáticos profundos, lo que

representa una fuerte presión del recurso hídrico en esa zona. En esta misma zona existe también la mayor densidad de pozos concesionados por CNA (2004), lo que nos indica que en estas áreas es donde la competencia por el agua es más fuerte aún. Esta zona tiene un tipo de suelo que favorece la extracción de agua y la actividad agrícola, ya que esta zona se encuentra en una llanura aluvial. En cambio en las zonas donde los niveles estáticos son más elevados (menos profundos), al este, sureste, sur y suroeste

### CONCLUSIONES

Los resultados mostraron la existencia de un problema de desabasto en el consumo urbano mediante la comparación contra el consumo agrícola. Se obtuvieron las zonas donde se encuentran los pozos con mayor abatimiento, y se cuantificó la densidad de pozos en dichas áreas. En lossitios de estudio se observa que los pozos menos abatidos se concentran lejos de la zona de huertas.

### BIBLIOGRAFÍA

- Arreguin, F., López, M., & Marengo, H.2010. Los retos del agua en México en el siglo XXI. RETOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL AGUA EN MÉXICO, 19-33.
- Bravo Peña, L. C., Díaz, R., Alatorre, L., Sánchez, E., & Aguilar, S. 2010. Cambios de la cubierta vegetal y los usos del suelo en una cuenca endorréica de la región central de Chihuahua en el periodo 1993-2010. Una zonificación desde la perspectiva hidrofuncional. *Memorias Reunión Nacional SELPER-México XIX*, 390-398.
- Callejas, N. 2007. Evaluación de Alianza para el Campo de los Sistemas Producto Frutícolas en el Estado de Chihuahua. Retrieved Marzo 25, 2013, from <http://www.fz.uach.mx/data/files/Alianza/informe%20completo%20fruticola%20final.pdf>
- CNA. 2011 Estadísticas del agua en México, edición 2011. Retrieved Marzo 23, 2013, from <http://www.conagua.gob.mx/OCB07/Contenido/Documentos/EstadísticaAguaMexico2011.pdf>
- Díaz, G. 2011 MAPEO DEL ÍNDICE DE ARIDEZ Y SU DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL EN MÉXICO. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, vol. XVII, pp. 267-275.
- ESRI.2012. ArcGIS Resource Center. Retrieved 02 05, 2013, from <http://resources.arcgis.com/en/home>
- López, L. 2003. El concepto de desarrollo humano, su importancia y aplicación en México. México: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD].
- Shah, A.2010. Land degradation and migration in dry landregion in India: extent, nature and determinants. *Environment and DevoelopmentEconomics* 15(2), 173-196.

## **RECONSTRUCCIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS Y CALIBRACIÓN DE LA RELACIÓN LLUVIA-ESCURRIMIENTO CON EL MODELO GR2M EN LA CUENCA ALTA DEL NAZAS**

**Daniel Carmona Hernández<sup>1</sup>, Juan Estrada Avalos<sup>2</sup>, Miguel Rivera González<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Tesista y asistente de investigador INIFAP CENID RASPA; <sup>2</sup> Investigador del programa Manejo de Cuencas CENID RASPA INIFAP; <sup>3</sup> Investigador del programa de Ingeniería de Riego CENID RASPA INIFAP

### **INTRODUCCIÓN**

El estudio se enfoca en la cuenca alta del río Nazas, la cual, al igual que la cuenca del río Aguanaval y el Bolsón de Mapimí, conforman la región hidrológica 36 (RH 36). Los escurrimientos generados en la parte alta de la cuenca del río Nazas son utilizados en su totalidad por las actividades agropecuarias que se realizan en su parte baja, en la región denominada Comarca Lagunera. Esta región es considerada una de las regiones más importantes de México, fincó su desarrollo económico a partir del aprovechamiento de los escurrimientos superficiales provenientes de la Sierra Madre Occidental (SMO). Actualmente se cultivan de 160,000 a 180,000 ha (SAGARPA, 2007), de las cuales, alrededor del 40 al 50% son irrigada con agua que proviene de la zona de estudio.

Uno de los principales fenómenos que ocurre en la parte alta de la cuenca, sobre la Sierra Madre Occidental, es el “Monzón de Norteamérica” (MN), el cual da origen a la mayor parte de las precipitaciones de verano en la región (Douglas *et al.*, 1993; NOAA, 2004; Reyes *et al.*, 1994; Webster *et al.*, 1998); el MN puede ser afectado por el fenómeno de “El Niño Oscilación del Sur” (ENOS), así como algunos otros eventos o fenómenos meteorológicos de circulación global. El monzón, las características de relieve, y ubicación con respecto al océano, dificultan el análisis de las lluvias, y por ende, el del escurrimiento.

Nouvelot y Descroix (1996) mencionan que la reconstrucción de datos faltantes de clima es difícil, y sobre todo cuando se quiere emplear algún modelo estadístico, ya que este será muy riguroso y no considerará muchos de los aspectos que interfieren en los datos climáticos como lo es el relieve de la zona de estudio, es por eso que recomiendan que para la reconstrucción se tome en cuenta la experiencia y el conocimiento del área de estudio por parte del hidrólogo.

El objetivo del trabajo fue ajustar y validar el modelo hidrológico GR2M para las condiciones climáticas de la cuenca alta del río Nazas, sin embargo, para llevar esto a cabo, primero se realizó un análisis de la calidad de los datos de clima y la reconstrucción de los datos faltantes.



## Modelo GR2M

El GR2M es un modelo hidrológico mensual desarrollado por el CEMAGREF (Centro de Investigación Agrícola e Ingeniería Ambiental Francia), y fue propuesto para reconstruir caudales a partir de precipitación y evapotranspiración (Mouelhiet *al.*, 2006, 2013).

Para su ajuste y validación se requieren tres variables de entrada, precipitación mensual acumulada, evapotranspiración media mensual, y escurrimiento mensual, todas ellas expresadas en milímetros (Cemagref, 2008; Huard y Mailhot, 2008; Mouelhiet *al.*, 2006, 2013).

Lavado (2010), realizó una comparación de este modelo con los modelos ABCD y Vandewiele, resultando ser el mejor dentro de la categoría de los modelos mensuales que tienen pocos requerimientos de datos de entrada. Además, Okkan y Fistikoglu (2013), también utilizaron este modelo para generar pronósticos del cambio climático a partir de los datos del modelo de circulación global ECHAM5 basándose en los escenarios A1B y 20C3M, para lo cual les resultó ser muy satisfactorio. Algunos otros autores como Adeagaet *al.* (2012), han realizado simulaciones de escurrimiento con este modelo hidrológico y han observado que en los eventos extraordinarios de lluvia, el modelo tiende a subestimar y lo contrario ocurre con eventos de sequías extremas, en donde el modelo tiende a sobrestimar el escurrimiento.

## Funcionamiento

El modelo GR2M, es un modelo hidrológico general de dos parámetros, que permite simular la relación precipitación-escurrimiento. Su desarrollo se inició en el CEMAGREF, a finales de 1980 y con el objetivo de ser aplicado a nivel de presas y bordos de almacenamiento.

En términos generales, el modelo GR2M es un modelo conceptual de dos depósitos o reservorios, el reservorio-suelo que corresponde a la función de producción; y el reservorio de agua gravitacional, donde el aporte es instantáneo al inicio y después con el paso del tiempo se vacía gradualmente. El nivel de este reservorio determina el gasto que puede liberar (Mouelhiet *al.*, 2006, 2013). Para conocer más acerca del funcionamiento y de las formulas aplicadas, consultar en Cemagref(2008).

## METODOLOGÍA

### Localización

El estudio comprende la cuenca alta del río Nazas, localizada dentro de la RH36. La cuenca alta del río Nazas, se localiza entre los paralelos 23.994° N y 26.510° N, y entre los meridianos -

106.326° y -104.839°. Está ubicada sobre la SMO y cuenta con una superficie de 18,341.15 km<sup>2</sup>, la conforman las subcuencas Sardinas (con una superficie de 4,977.88 km<sup>2</sup>), Salomé Acosta (con una superficie de 6,684.57 km<sup>2</sup>), y el Palmito (con una superficie de 6,678.69 km<sup>2</sup>). En estas tres cuencas se genera poco más del 95% del agua que se utiliza en la Región Lagunera (ver Figura 1).

### Reconstrucción de datos de clima

A partir del ERIC III, se seleccionaron 57 estaciones de influencia en el área de estudio, éstas fueron sometidas a un proceso de depuración y de análisis de la calidad de los datos para cubrir el periodo de 1970 a 2006. Según Huard y Mailhot (2008), el modelo GR2M tiene menor error cuando los datos de entrada son de buena calidad, por lo que se hizo necesario llevar a cabo este proceso.

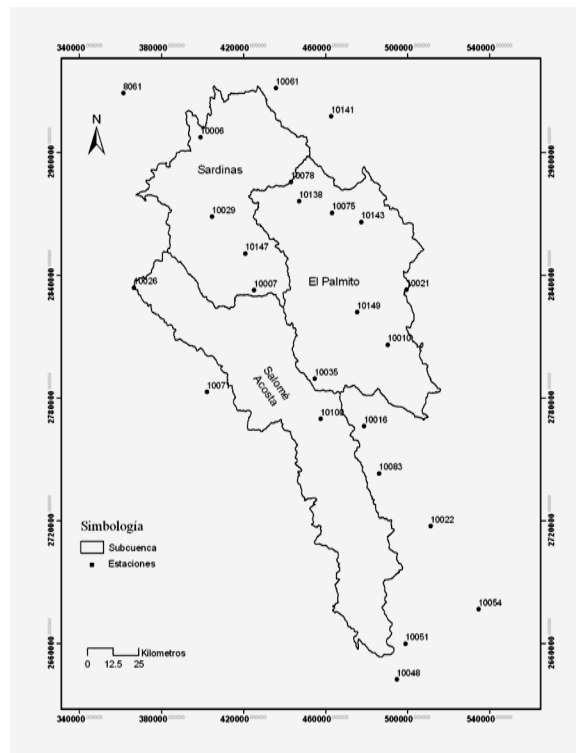


Figura 1. Subcuencas que integran la parte alta de la RH 36 y distribución de las estaciones meteorológicas.

La depuración se realizó, tomando como base, los datos mensuales de precipitación, de esto resultaron 24 estaciones con mayor periodo de datos completos. Las estaciones fueron proyectadas con las coordenadas dadas por el ERIC III, con ayuda del software ArcMap se realizó la proyección de dichas estaciones para observar y analizar la distribución espacial de la red de estaciones seleccionadas. Con esto, se observó que existen incoherencias de ubicación,

por lo que se procedió a realizar un ajuste de la localización con ayuda de la base de datos de localidades rurales del INEGI.

Después se realizó un análisis espacial para hacer la reconstrucción de los datos faltantes. Dicho análisis se logró utilizando polígonos de Thiessen y considerando la altitud de las estaciones, es decir, a la estación con datos incompletos, se le completaron utilizando las estaciones más cercanas y de mayor influencia según los polígonos de Thiessen y la altitud.

Con respecto a la reconstrucción de los valores de temperatura, ya que su comportamiento es más homogéneo que la precipitación, y a medida que aumenta la altitud, la temperatura disminuye; los datos faltantes se reconstruyeron utilizando funciones obtenidas de regresiones lineales entre temperatura y altitud.

Finalmente, para completar los datos requeridos por el modelo GR2M, se realizó el cálculo de la evapotranspiración por medio de la ecuación propuesta por Hargreaves y Samani.

$$E_o = \frac{0.0023(T+17.8)(T_{\max} - T_{\min})^{0.5} Ra}{\lambda}$$

Donde:  
e:

- T<sub>max</sub>: es la media mensual de temperatura máxima (expresada en °C)
- T<sub>min</sub>: es la media mensual de temperatura mínima (°C).
- Ra: es la radiación extraterrestre mensual.
- La temperatura media mensual (T), se calculó empleando la siguiente ecuación.

$$T = \frac{T_{\min} + T_{\max}}{2}$$

- λ: Calor latente de vaporización mensual, fue calculado por cada estación meteorológica, y se utilizó para obtener directamente el resultado de E<sub>o</sub> en mmd<sup>-1</sup>, y está dado por: λ = 2.501 - 0.002361 T

## RESULTADOS

El ajuste dio como resultado los siguientes valores para cada uno de los parámetros del modelo: X<sub>1</sub> = 5.90 mm, y X<sub>2</sub> = 0.35 mm. Con estos valores el coeficiente de Nash fue de 78.2%.

Se observó que el modelo subestima el escurrimiento cuando la precipitación es alta y, sobreestima el escurrimiento cuando la precipitación es baja (figura 2). A pesar de ello, la

correlación que existe entre el gasto observado y el gasto simulado durante el periodo es del 80% (figura 3), lo cual indica una alta correlación de estas dos variables, y que el ajuste del modelo es satisfactorio.

En la etapa de validación, realizó el proceso con los valores de los parámetros  $X_1$  y  $X_2$  obtenidos en la etapa de ajuste. Se observó la misma tendencia que en la etapa de ajuste.

La correlación que guarda el gasto observado con el simulado es alta, ya que fue de 74% (figura 4), lo que indica que sigue siendo satisfactorio el desempeño del modelo GR2M, con lo cual, se consideró como una validación positiva del modelo.

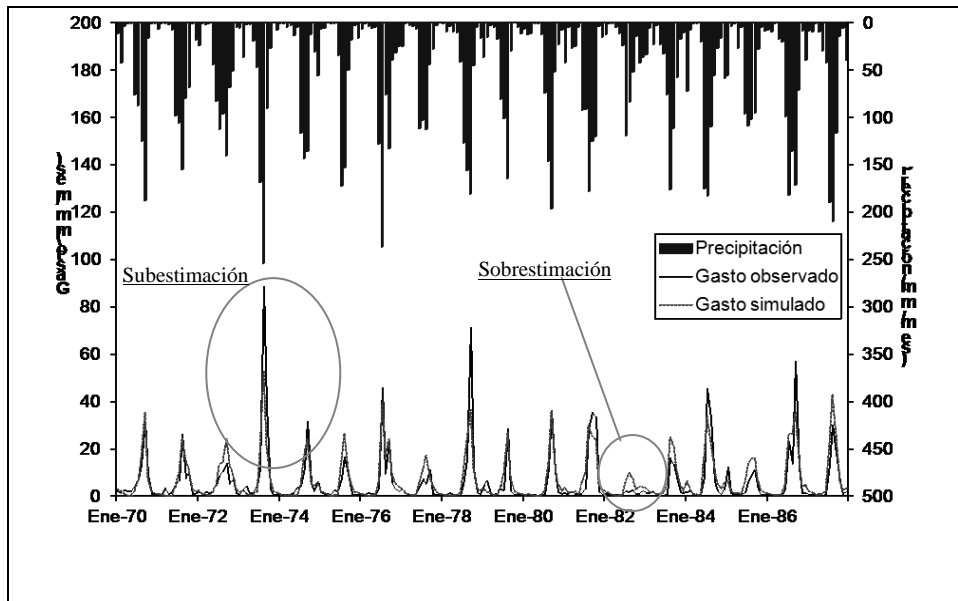
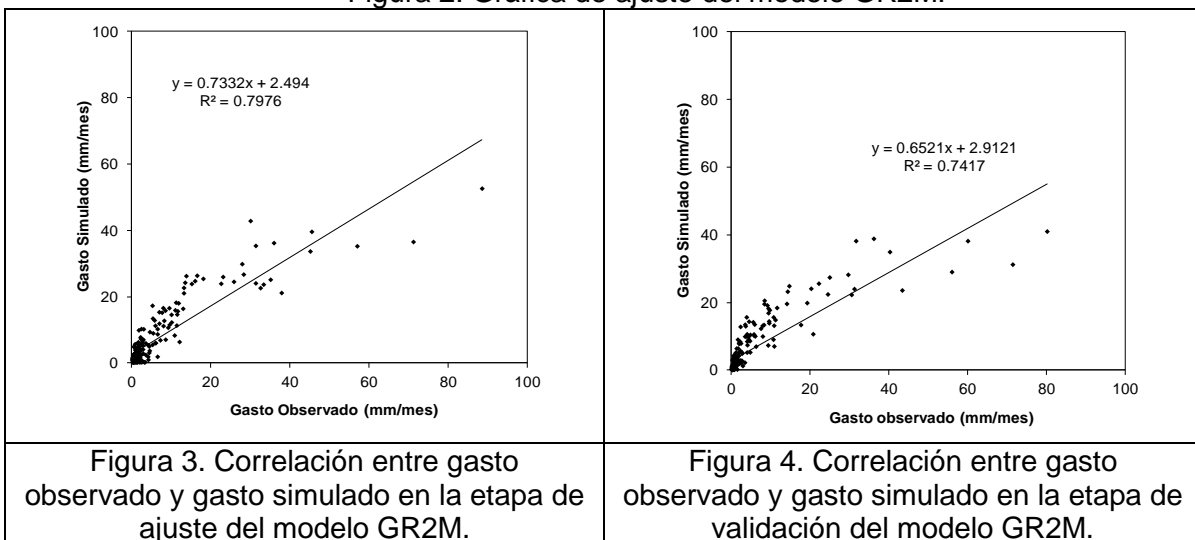


Figura 2. Gráfica de ajuste del modelo GR2M.



## CONCLUSIONES

El modelo hidrológico GR2M se ajustó y validó de manera satisfactoria a las condiciones de la cuenca alta del río Nazas. Para evaluar su desempeño se consideró el criterio de Nash, siendo éste el criterio de mayor uso en modelos hidrológicos de este tipo. Los coeficientes de correlación entre los valores simulados y los observados, tanto en el periodo de ajuste como de validación, corroboraron el buen desempeño de este modelo hidrológico de manera general. No obstante, cabe señalar que el modelo presentó limitaciones al tratar de simular la ocurrencia de eventos extremos de lluvia ocurridos durante el verano, es decir durante el periodo de ocurrencia del monzón de Norteamérica. Este modelo puede ser empleado para realizar simulaciones con datos de clima más actuales, e incluso con datos de cambio climático que generan los modelos que valida el grupo de expertos en este tema (IPCC).

En relación a la disponibilidad de los datos climáticos en México, se tiene una gran limitación de información climatológica de calidad, ya que por una parte, se cuenta con un número reducido de estaciones meteorológicas que tienen registros de datos por un periodo amplio, hablando de más de 30 años, y por la otra, se encuentran estaciones que dejaron de funcionar varios años atrás, otro sinnúmero de estaciones presentan incoherencias en los datos con respecto a la realidad, además de presentar errores en su ubicación geográfica lo que obliga su rectificación. Todo ello limita en gran medida el uso de modelos robustos disponibles en la actualidad pero que requieren de un gran número de variables y parámetros que son difíciles de cuantificar en México por la falta de información.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adeaga O., Mahe G., Dieulin C., Elbaz-Poulichet F., Rouche N., Seide J., and Servat E. 2012. Rainfall-Runoff Simulation in Part of Lower Niger Basin. *Journal of Environmental Science and Engineering B 1* (2012) 812-819.
- Cemagref. 2008. GR: Modèles Hydrologiques du Génie Rural. Consultado en la web: <http://fresno.cemagref.fr/webgr/index.htm>
- Douglas M. W., Madoxx R. A., Howard K. y Reyes S. 1993. The Mexican Monsoon. *Journal of Climate*. Vol. 6. Pp 1665 – 1677.
- Huard D., and Mailhot A. 2008. Calibration of hydrological model GR2M using Bayesian uncertainty analysis, *Water Resour. Res.*, 44, W02424.
- Lavado C. 2010. Modélisation du bilan hydrique à pas de temps mensuel pour l'évaluation de l'impact du changement climatique dans le bassin Amazonien du Pérou, Tesis doctoral de la Universidad de Toulouse, Francia.
- Mouelhi S., Madani K., and Lebdi F. 2013. A Structural Overview through GR(s) Models Characteristics for Better Yearly Runoff Simulation. *Open Journal of Modern Hydrology*, 2013, 3, 179-187.
- Mouelhi S., Michel C., Perrin C. and Andréassian V. 2006. Stepwise development of a two parameter monthly water balance model. *Journal of Hydrology*, 318(1-4): 200-214.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2004. The Monsoon. US Department of Commerce. National Weather Service. Flagstaff Weather Forecast Office. P.O. Box 16057. Bellemont, AZ 86015-6057.
- Nouvelot J.F., et Descroix L. 1996. Aridité et sécheresses du Nord-Mexique. *Trace No. 30*. Pp. 9-25.

- Okkan U., Fistikoglu O. 2013. Evaluating climate change effects on runoff by statistical downscaling and hydrological model GR2M. *Theoretical and Applied Climatology*, Volume 117, Issue 1-2, pp 343-361.
- Reyes S., Douglas M. W., y Maddox R. A. 1994. El monzón del suroeste de Norteamérica (TRAVASON/SWAMP). *Revista Atmósfera*. 1994. Núm. 7.
- SAGARPA. 2007. Anuario estadístico de la producción agropecuaria 2006. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación. Delegación En La Región Lagunera (Durango-Coahuila). Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural.
- Webster P. J., Magaf V. O., Palmer T. N., Shukla J., Tomas R. A., Yanai M., and Yasunari T. 1998. Monsoons: Processes, predictability, and the prospects for prediction. *Journal of Geophysical Research*, Volume 103, C7, June 28, 1998, 14,451--14,510. ISSN 0148 – 0227.

---

---

## CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA RESERVA ECOLÓGICA MUNICIPAL SIERRA Y CAÑÓN DE JIMULCOMEDIANTE EL USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Carlos Miguel Ramos Cruz<sup>1</sup>, Juan Estrada Avalos<sup>2</sup>, Miguel Rivera González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tesista y asistente de investigador INIFAP CENID RASPA; <sup>2</sup> Investigador del programa Manejo de Cuencas CENID RASPA INIFAP; <sup>3</sup> Investigador del programa de Ingeniería de Riego CENID RASPA INIFAP

### INTRODUCCIÓN

Diversos autores (Liria, 2008; Ramírez, 2005; Trucíos *et al.*, 2010), consideran que un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS de su acrónimo en Inglés), se refieren a una interacción de equipo (hardware), programas de cómputo (software), datos geográficos y personal, capaces de realizar una serie de procesos tales como: captura, almacenamiento, recuperación, transformación, análisis, modelado y procesamiento de la información geográficamente referenciada con la finalidad de solucionar problemas de planificación y gestión. Del mismo modo, el SIG se puede definir como un modelo virtual de una porción del entorno terrestre representado en un sistema de coordenadas geográficas, el cual se construye para satisfacer necesidades específicas de información (Trucíos *et al.*, 2008).

Los Sistemas de Información Geográfica son herramientas que pueden ser utilizadas en una amplia gama de condiciones, por lo que se les puede considerar multipropósito. Sus campos de aplicación son extremadamente diversos, lo que ha sido parte fundamental de su éxito. Algunas de sus aplicaciones más conocidas se relacionan con el medio ambiente y recursos naturales, la planificación, desarrollo rural, demografía, mercadotecnia, transporte, entre otros (Gutiérrez, 2000).

Los trabajos de los SIG en el campo del medio ambiente y recursos naturales están enfocados en aplicaciones muy específicas y han evolucionado de manera significativa desde su aplicación moderna por vez primera en Canadá, en 1960; donde se utilizó un SIG con la finalidad de gestionar los bosques de manera ordenada y así contribuir a su conservación y explotación sustentable. En el presente estudio, el objetivo se relaciona estrechamente con el uso de los SIG y los recursos naturales presentes en la "Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco". La finalidad es la de conformar un SIG para la Reserva así como de presentar la metodología utilizada tomando como base la información disponible en México, y que pueda contribuir para trabajos futuros en esta materia.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

La “Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco” (REMSyCJ) se encuentra dentro de región fisiográfica de la Sierra Madre Oriental (Figura 1), en el extremo suroeste del estado de Coahuila de Zaragoza. Se ubica entre los paralelos 24°56´18” y 25°17´52” de latitud norte, y los meridianos 103°30´34” y 103°05´15” de longitud oeste (Ayuntamiento Municipal de Torreón, 2002), con elevaciones que varían entre los 1,150 y 3,120 msnm. El área de Reserva es de 60,657 ha, la cual representa el 29.1% del territorio del Municipio de Torreón y el 1% del Municipio de Viesca Coahuila (Ramos, 2013).

El trabajo de integración y estructuración del SIG se realizó en el laboratorio de SIG-Agua-Suelo del INIFAP CENID-RASPA, con sede en Gómez Palacio, Dgo. Esta integración se basó en los siguientes aspectos: 1) Recopilación de información existente, 2) Transformación digital de mapas impresos y, 3) Adición de atributos a las distintas capas generadas. En este caso se utilizó la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), con Datum WGS84. Para esto se integraron las cartas temáticas del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), a escala 1:50,000.

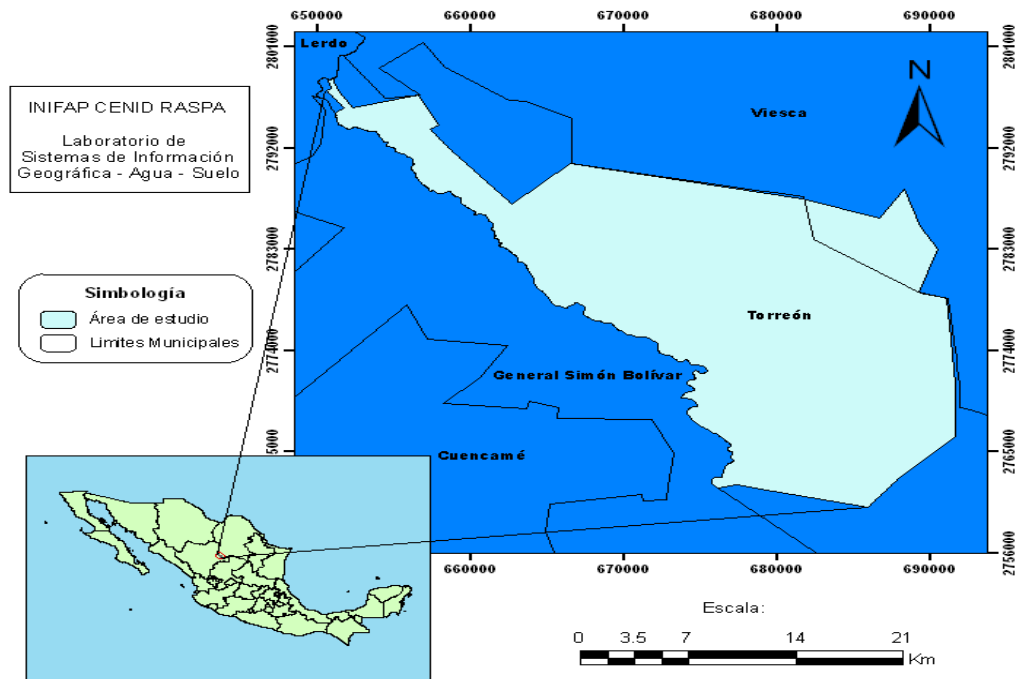


Figura 1. Localización de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulo.

A continuación se detalla cada uno de los procedimientos antes mencionados.

Recopilación de información existente



Cabe mencionar que son pocos los estudios que se han realizado en la Reserva que analicen la información espacial de la misma, por lo que la información obtenida fue limitada. Se estableció parte del límite de la Reserva utilizando los vértices, encontrados en el decreto de formación de la Reserva, estos vértices tenían proyección NAD27, por lo cual se proyectaron en ArcGIS® Versión 9.0 con la misma proyección para posteriormente volver a re proyectarse con datum WGS'84. El resto de los vértices de la Reserva se completaron con los límites municipales del INEGI. Con estos vértices se procedió a la creación del shapefile correspondiente al área de influencia de la Reserva. Utilizando para este estudio la poligonal resultante.

#### Transformación digital de mapas impresos

En esta actividad se utilizaron las cartastemáticas impresas del INEGI, los cuales fueron escaneados con una calidad de 400-600 ppi (píxeles por pulgada) en formato tiff (Estrada *et al.*, 2009). Para su digitalización, a cada una de las cartas se le asignaron 16 puntos de control para ser georeferenciadas con base al sistema de coordenadas UTM descrito en las propias cartas 1:50,000. Una vez georeferenciadas, se procedió a realizar la digitalización de cada una de las capas vectoriales definidas por puntos, líneas y polígonos. Dicha digitalización se realizó a través del Software ArcGis 9.0 y con la ayuda de la herramienta Editor (Glennon *et al.*, 2004).

#### Adición de atributos a las distintas capas generadas

La información incorporada a cada una de las capas generadas en la integración del SIG se le relaciona con el tema correspondiente. Así, para el caso de la carta temática de Geológica se añadieron los siguientes atributos: roca A; roca B; asociación A; asociación B; estructuras (falla, fractura, sinclinal, etc.); así como puntos de interés (mina, banco de material, etc.). Para el caso de la carta temática de Edafológica, se añadieron los atributos de: suelo predominante; clase de textura; clave; suelo sección 1, 2 y 3; clase de pendiente; fases físicas y químicas. Finalmente, para el caso de la carta de Uso del Suelo y Vegetación, se consideraron las capas de: uso del suelo; cultivo; condición; especie forestal; tipo de uso y la clave.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La diferente información como resultado de este estudio se generó en formato de imagen para el caso de los puntos, líneas y polígonos (vectorial), las cuales son descritas a continuación.

#### Geología

De acuerdo a la información generada en relación a las distintas cartas temáticas del INEGI, la litología de la REMSyCJ se encuentra constituida principalmente por dos tipos de rocas, de origen sedimentario y de origen metamórfico, de las cuales la roca de origen sedimentario

predominan en la Reserva. Este tipo de roca se formó como consecuencia de la actividad química o mecánica por agentes de denudación sobre rocas preexistentes, depositadas de manera estratigráfica, capa por capa. Cubre una superficie del 69.2% del área total, y se logran ver a partir de los 1,400 msnm a su vez dan origen a la formación montañosa de la Reserva. Dentro del grupo de materiales sedimentarios se localizan 6 tipos de rocas distribuidas con mayor o menor presencia en la Reserva, de las cuales la roca Caliza tiene el 75.46% correspondiente, seguida de las rocas Conglomeradas con 22.96%, el resto del material se encuentra distribuido en rocas Caliza-lutita 0.8%, Lutita 0.71%, Yeso 0.05% y Brecha Sedimentaria con el 0.02% del total del material sedimentario.

El otro tipo de roca presente en el área de estudio es la roca de origen metamórfica, las cuales se pueden formar por rocas preexistentes como ígneas y sedimentarias, debido a los distintos procesos de metamorfismo como son el calor, la presión y los fluidos o gases químicamente activos. En la Reserva se encuentra en una pequeña superficie que equivale al 2.4% del área de este material, el cual está constituido solo de rocas Gneis, localizadas al norte de la Reserva dentro de un rango altitudinal de los 1,950 a 2,341 msnm.

El 28.4% de la superficie restante la Reserva está cubierta por suelos, de los cuales el de tipo Aluvial representa el 97.2% de estos suelos, se encuentran distribuidos en gran parte en las áreas bajas de las montañas y en la hoya hidrográfica, debido a que su principal formador son los cauces y escurrimientos aluviales de las sierras que terminan desembocando en el río Aguanaval. En estos suelos se encuentran la mayoría de los ejidos ubicados dentro de la Reserva, debido a que en ellos se desarrolla la agricultura a estar en un rango altitudinal que varía entre 1,197 y 1,427 msnm. El 2.8% de los suelos son del tipo Piamonte, localizados a pie de monte, debido a que estos son sedimentos acumulados en la pendiente final de las montañas por las avalanchas y deslizamientos de las serranías.

#### Edafología

Para la descripción del medio físico de la REMSyCJ se empleó el sistema utilizado por el INEGI en la elaboración de las cartas edafológicas del país, el cual fue propuesto por la FAO/UNESCO en 1968 y modificado por CETENAL en 1970 (INEGI, 2009). Se determinó que en la Reserva el Litosoleútrico es el suelo con mayor presencia, al cubrir el 81.12% de la superficie total, seguido del Xerosolháplico, Yermosolháplico, Litosol, Xerosollúvico, Regosolcalcárico, Xerosol cálcico, Fluvisolcalcárico con valores de 6.34%, 3.35%, 1.99%, 1.95%, 1.58%, 1.13% y 1.12% respectivamente. Los suelos con poca presencia en el área con menos del 1% de la superficie son el Vertisol crómico 0.86%, Rendizca 0.35% y el Yermosol cálcico, con 0.20%, también se considera que el 0.01% del área total de la Reserva corresponde a cuerpos de agua.

De las clases textuales señaladas por INEGI, la clase que se presenta prácticamente sobre los suelos de la Reserva es del tipo media, al cubrir el 97.1% de superficie total, posteriormente el 2.60% es del tipo fina, la cual se encuentra situada alrededor del lecho fluvial del río Aguanaval. La textura gruesa es la que menos presencia tiene en el área, está presente sobre el 0.29% de los suelos.

El 96.1% de la Superficie total de la Reserva no presenta ningún tipo de fase química. Solo se encuentran pequeñas áreas con fase química ligeramente salinas 2.4%, moderadamente salino-sódica 0.94% y ligeramente salino-sódica en el 0.55% de la superficie de la Reserva.

El 67.85% de los suelos en la REMSyCJ no presentan ningún tipo de fase física. El resto de los suelos estos constituidos por fases físicas del tipo petrocálcica en el 27.04% de la superficie total, así como gravosa 4.56%, pedregosa 0.42% y lítica 0.12%.

Los tipos de pendiente encontrados en el área es de terreno con disección severa a terreno montañoso en el 45.26% de la superficie, de plano a ligeramente ondulado en el 40.68%, suelos sin clase de pendiente 10.26% y el 3.79% pertenece de lomerío a terrenos montuoso.

Uso del suelo y vegetación

El principal uso de suelo de la REMSyCJ son las asociaciones especiales de vegetación, este tipo de vegetaciones cubren el 96.7% del total de la Reserva, de las cuales se encuentran Crasi-rosulifolios espinosos en el 48.4%, Chaparral 24.6%, Matorral subinermes 12.6%, Matorral desértico resatófolio 4.79%, Matorral desértico micrófilo 2.93%, Matorral inermes 2.58%, Matorral submontano 2.08%, Matorral espinoso 1.58% y Vegetación halófila en el 0.39% de la superficie cubierta por vegetación. Al igual se encontró que dentro de la Reserva el 0.05% son áreas sin vegetación aparente.

La agricultura es el segundo uso del suelo, al desarrollarse en el 3.0% de superficie de la RMSyCJ, de acuerdo a (INEGI, 2005), esta se clasifica en función a la disponibilidad del agua y actividades agrícolas. Así se tiene que en la Reserva el 76.7% es de riego, 16% de temporal, 6.4% de riego suspendido, 0.8% de temporal nómada y el 0.1% de riego eventual.

Existe una pequeña superficie utilizada en actividades pecuarias (0.3% de la superficie total), la cual se practica en pequeñas áreas de pastizales, del tipo pastizal natural y pastizal inducido.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados alcanzados en este estudio se relacionan con una descripción detallada de la información que el INEGI tiene en diferentes temas (geología, edafología, Uso del suelo, hidrología, etc.), en escala 1:50,000. Para esto se estructuró e integro un Sistema de

Información Geográfica para la Reserva Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, en el cual pudieron realizar un análisis más minucioso de los distintos recursos existentes.

En el tema de la geología, los resultados mostraron que más del 50% de la superficie de la Reserva es material de origen calcáreo, en tanto que los conglomerados, es decir aquel material formado por arrastre fluvial, representan el 16% de la superficie. En relación al origen de los suelos, predominan aquellos de origen aluvial, ocupando poco más del 27% de la superficie de la Reserva los originados de piedemonte, representan el 0.8%.

En el tema de Edafología, se determinó que en la Reserva se presentan 11 unidades y subunidades reconocidas por el INEGI. De los diferentes tipos de suelo en el área, el Litosol con subunidad eútrico es la que mayor presencia tiene, abarcando el 81.12 % de la superficie total de la Reserva. Por su parte, la textura del suelo que cubre el 97.1% de la Reserva, es de clase media de acuerdo a la clasificación del INEGI. En relación a la información analizada de la orografía o pendiente del terreno, se pudo contabilizar que el 45% de la superficie es de tipo montañoso, con pendiente pronunciada y de tipo escarpado, el cual corresponde a la mayor parte de la Sierra de Jimulco.

Para el caso del tema del Uso del Suelo y Vegetación, se tiene que alrededor del 3% de la superficie de la Reserva es de uso agrícola, el 0.3% de uso pecuario y el resto corresponde a las diferentes asociaciones de vegetación.

De esta forma, y en base a lo anteriormente presentado, se puede apreciar la utilidad que tienen los Sistemas de Información Geográfica aplicados a casos específicos como la caracterización de la Reserva Ecológica. Para ello, en este trabajo se presenta la metodología así como los diferentes procesos involucrados en el manejo de la información espacial en temas de relevancia para la conservación y manejo de los recursos naturales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Ayuntamiento Municipal de Torreón. 2002. Ordenamiento ecológico del territorio.
- Estrada, J., Orona, I., Trucíos, R., Rivera, M., 2009. Integración de un SIG en la cuenca baja del río nazas: enfoque y metodología. *AGROFAZ* 9, 99-103.
- Glennon, R., Booth, B., Shaner, J., MacDonald, A., Sanchez, P. 2004. *Editing GIS Features Tutorial*, Environmental System Research Institute, I.E., ed. (United States of America).
- Gutiérrez P., J. 2000. Sistemas de información geográfica: funciones, aplicaciones y perspectivas en Mato Grosso do Sul. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local* 1, 41-48.
- INEGI, 2005. *Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación* (Aguascalientes, México, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática), 85.
- INEGI, 2009. *Diccionario de datos edafológicos. Serie II. Aguascalientes, México.* 35 pp.
- Liria, J., 2008. *Sistemas de información geográfica y análisis espaciales: un método combinado para realizar estudios panbiogeográficos.* *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79, 281-284.
- Ramírez, L., 2005. *Las tecnologías de la información geográfica aplicadas a la planificación territorial sanitaria. Serie Geográfica* 12, 57-82.

- Ramos, C. M. 2013. Caracterización biofísica de la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, UAAAN-UL: 1-118.
- Trucíos, R., Estrada, J., Rivera, M., Delgado, G. 2010. Compilación y edición de cartografía temática para la conformación de sistemas de información geográfica: Caso de estudio León, Guanajuato (Gómez Palacio, Dgo., CENID-RASPA INIFAP), 50.
- Trucíos-Caciano, R., González-Barrios, J.L., Muñoz-Villalobos, A., Valenzuela-Nuñez, L.M., Rivera-González, M., Estrada-Ávalos, J., 2008. Conformación de un sistema de información geográfica para estudios de manejo de recursos naturales. AGROFAZ 8: 109-120.

## **OPERACIÓN DEL GPS DIFERENCIAL Y APLICACIONES EN EL SECTOR AGRÍCOLA**

**Carlos Miguel Ramos Cruz<sup>1</sup>, Miguel Rivera González<sup>2</sup>, Juan Estrada Avalos<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Tesista y asistente de investigador INIFAP CENID RASPA; <sup>2</sup>Investigador del programa de Ingeniería de Riego CENID RASPA INIFAP; <sup>3</sup>Investigador del programa Manejode Cuencas CENID RASPA INIFAP

### **INTRODUCCIÓN**

El Sistema de Posicionamiento Global o Global Positioning System (GPS o SPG de su acrónimo en inglés), es un sistema de navegación global por satélites GNSS. Permite determinar la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión que incluso va desde los centímetros (Ayala y Hasbun, 2012).

El GPS fue desarrollado con fines militares por el departamento de defensa de los Estados Unidos de América, a finales del periodo de la guerra fría. Posteriormente, se comenzó a utilizar en la ingeniería civil, la ingeniería náutica y la aviación, a pesar de que su cobertura no era total dado que aun faltaba poner en órbita varios satélites que por su alto costo quedaban fuera del alcance de los usuarios. En la actualidad, la red de satélites es totalmente operativa e incluso se cuenta con satélites de reserva, pudiéndose encontrar en el mercado una infinidad de receptores GPS a precios muy accesibles y con diferentes precisiones. En este sentido, el Gobierno de los Estados Unidos tomó la decisión de dejar sin efecto la interferencia de la señal de los satélites en mayo del año 2000.

No obstante, se pueden distinguir dos grandes grupos de sistemas satelitales: los denominados Servicio Preciso de Posicionamiento (PPS), reservado exclusivamente para el uso militar, y el Servicio Estándar de Posicionamiento (SPS), que es utilizado en las distintas aplicaciones civiles. Este Sistema tiene un grado de precisión mucho menor al Sistema PPS, con errores asociados a ellos, por esta razón la tendencia es la utilización de los GPS diferenciales, los cuales permiten realizar la corrección de los errores (Ovalles, 2006).

Día con día se están desarrollando nuevos métodos para hacer que los GPS sean más precisos y confiables. En el presente, los más comunes son el GPS diferencial (DGPS), y el sistema de Aumento en Áreas Amplias ("Wide Area Augmentation System" WAAS). Básicamente el DGPS utiliza estaciones basadas en tierra, cuya ubicación se conoce de manera precisa, para poder recibir las señales de los satélites y aplicar las correcciones pertinentes (como se conoce su ubicación exacta, las estaciones pueden determinar los errores en las señales), de modo que los receptores adecuadamente equipados las puedan recibir y usarlas para corregir sus propias

señales. El sistema WAAS es un conjunto de satélites desarrollado por la Administración Federal de Aviación el cual no solo transmite señal GPS, sino que también monitorea y reporta el estado de los satélites de GPS, transmitiendo información DGPS. Este sistema solo está disponible en Norteamérica y el Océano Pacífico (Rey, 2012).

Debido a la gran exigencia del mundo moderno en obtener elevados niveles de precisión en las distintas áreas geográficas, se ha desarrollado numerosos avances tecnológicos en Sistemas de Posicionamiento Global, el cual inicialmente fue empleado estrictamente para el uso militar y posteriormente para uso civil (Ayala y Hasbun, 2012). En la actualidad el uso del GPS en la Ingeniería Civil ha sobrepasado ampliamente el uso militar por el cual fue creado, incluso se ha convertido en un servicio público de carácter mundial por poseer enorme importancia y sobretodo múltiples aplicaciones (Huerta *et al.*, 2005). Dicha tecnología es aplicada en Geodesia, Cartografía y áreas análogas con el propósito de generar presiones centrimétricas con el uso del DGPS que pretenden minimizar los tiempos de ejecución y los costos de los proyectos.

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EQUIPO**

Para efectos de dar una explicación precisa del uso de los equipos diferenciales, en este caso se utilizó un GPS diferencial de la marca Trimble®, el cual está constituido de una robusta antena L1 Trimble® A3, receptor GPS Trimble R3, colector de datos Trimble Recon con TDFB. Trabaja con el sistema operativo Microsoft Windows Nobile para Pocket PC, lo que hace que sea muy fácil de utilizar. Cuenta con 12 canales L1, fase portadora completa en L1, WAAS/EGNOS y una precisión en horizontal de  $\pm 10$  milímetros + 1ppm RMS y vertical  $\pm 20$  milímetros +1 ppm RMS para levantamientos cinemáticos.

Para el levantamiento de las áreas agrícolas se utiliza un receptor GPS de precisión de una monofrecuencia (L1), este receptor funciona en modo diferencial, por lo que son utilizados 2 receptores al mismo tiempo. Uno de los receptores es colocado en un punto con coordenadas conocidas o en un punto donde este de manera fija durante la sesión del levantamiento por lo que es considerado como receptor BASE, mientras que el otro equipo se desplaza sobre los puntos de la o parcelas que se requiera hacer su levantamiento y al cual se le denomina receptor MOVIL (Ayala y Hasbun, 2012).

La monofrecuencia significa que el receptor GPS recibe todas sus observaciones de la portadora L1, además de tomar mediciones de código C/A (Coarse / Acquisition) asimismo realizan medidas de fase. Una de las principales ventajas de estos equipos es el aumento de la

precisión en el levantamiento de puntos. Con estos receptores GPS se pueden realizar levantamientos del tipo: Estáticos; Estáticos rápidos; Stop&Go; Cinemáticos e incluso en algunos equipos es posible trabajar en Tiempo Real con la precisión que proporciona la media de código. Debido a las precisiones que estos equipos proporcionan son utilizados en las aplicaciones Topográficas, al tener una precisión nominal para estos equipos de 1 cm + 2 ppm (Salazar, 2009).

### **Instalación y configuración del DGPS Base**

Es de suma importancia realizar una correcta instalación del equipo GPS diferencial base, considerando que el equipo se encuentre en un lugar libre de interferencias de recepción tales como: edificios; árboles; sombras; cableados eléctricos de alta conducción; etc. Que se encuentre bien nivelado y que se localice sobre el punto al cual será considerado como punto base, esto se verifica chequeando la gota nivelante de la base de la antena y con la mira óptica se verifica la posición del centro de la antena del GPS (Figura 1). Tomando en cuenta lo anterior se disminuyen de manera considerable los posibles errores de precisión. La altura que se considera en el ajuste va desde el nivel del suelo a la muesca de la antena. La configuración del equipo receptor GPS base depende del área donde se realiza el trabajo de levantamiento, utilizándose por lo general para la zona agrícola de la Laguna el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), con Datum WGS84, con Zona 13 Norte (para el caso de Parras se utilizaría la Zona 14). El levantamiento que se realiza es el PPK cinemático; este método de levantamiento almacena las observaciones brutas que se pueden procesar durante el ajuste de corrección con el post-proceso.

Los distintos estilos de levantamiento puntualizan los parámetros para realizar la configuración de los instrumentos y que el operador pueda comunicarse con ellos de manera fácil, para medir y almacenar los puntos. En un levantamiento GNSS (Global Navigation Satellite System) el estilo del levantamiento da instrucciones a los receptores base y móvil para que estos realicen las funciones requeridas por un tipo de levantamiento específico (GEOCOM, 2014).





Figura 1. GPS base localizado en un punto de coordenadas geográficas conocidas.

### **Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realiza con el DGPS configurado como móvil, con este equipo se miden las distancias y las áreas de las parcelas agrícolas de importancia para el productor, incluso se pueden realizar levantamientos detallados de los predios que puedan servir para un mejor manejo de la unidad de producción. Así, se pueden medir las diferentes infraestructuras agrícolas como son: la delimitación de las parcelas; áreas de las tablas agrícolas; áreas por melgas, caminos de acceso; áreas de los estanques; las diferentes infraestructuras hidráulicas (canales, tuberías de conducción, ubicación de las válvulas alfalferas, válvulas de alivio, válvulas de control, etc.), los equipos de rebombeo y la ubicación geográfica de los distintos pozos profundos (Anaya *et al.*, 2013).

### **AJUSTE DE LOS DATOS (POST-PROCESO)**

Debido a que el método de levantamiento de los datos en campo con el GPS diferencial se realiza con PPK Cinemático, se debe realizar un post-proceso. Para ello se debe tener en cuenta si el punto donde se colocó el receptor base es un punto conocido o es un nuevo punto, ya que esto nos da la pauta para poder realizar los siguientes post-procesos:



Figura 2. Levantamiento de información en campo con el GPS Móvil.

### **Post-proceso base nueva**

Para poder ajustar una nueva base se realiza un post-proceso mediante el software Tremble Business Center® Versión 2.0, esto con la finalidad de poder realizar los ajustes del punto. Empleando efemérides precisas, las cuales las provee de manera gratuita el IGS (*National Geodetic Survey*), así como el empleo de los archivos Rinex de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA), administrada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (Anaya *et al.*, 2013). Una vez que se corrigen las coordenadas de los archivos Rinex o estaciones de la RGNA, éstos son utilizados como punto de control (punto inamovible cuyas coordenadas se toman como exactas), para poder ajustar con éstas el punto base. Posteriormente, se realiza una depuración de la información de los satélites que presentan coincidencia entre la transmisión de la información durante el levantamiento y que no cumplieran con la precisión establecida para reducir las ambigüedades del trabajo.

Para el caso de los archivos Rinex que utilizamos para el ajuste de una base nueva son las estaciones de Chihuahua, (CHI3), la de Culiacán, Sinaloa (CULC) y la estación de Monterey, Nuevo León (MTY2), por ser las más cercanas al punto que utilizamos como punto base. Todas estas antenas excepto la IDGO, son del fabricante Trimble® y modelo ZephyrGeodetic (INEGI, 2014).

### **Post-proceso del levantamiento**

Una vez realizado el ajuste del punto base o en su caso que sea punto conocido (coordenadas corregidas), se realiza el ajuste entre la base y los puntos levantados en campo, para esto se utiliza nuevamente el Software Tremble Business Center® 2.0, pero esta vez no se utilizan los archivos Rinex, el punto base (de nuestro DGPS) se toma como punto de control, con esto se ajustan los puntos del DGPS móvil levantados en campo con la base conocida.

Con la información generada después del ajuste o post-proceso se procede a la proyección en los distintos programas para poder realizar un Sistema de Información Geográfica con ArcGIS o un plano en AutoCAD, también se puede crear una plataforma de consulta para utilizarlo en el programa libre de Google Earth.

### **CONCLUSIONES**

El uso del GPS diferencial en los levantamientos agrícolas facilita considerablemente el trabajo en campo, debido a que este equipo solo requiere menor número de personas en campo comparado con el levantamiento tradicional, además de que los equipos de GPS diferencial no necesitan tener visuales entre los puntos a medir.

El empleo del equipo GPS diferencial en la agricultura hace que determinados trabajos se realicen de forma más sencilla y con mayor precisión; tal es el caso en las delimitaciones agrícolas, las cuales se desarrollan con estación total y por lo general requieren de mayor tiempo y no cuentan con la precisión del GPS diferencial. Con la estación total, primero se realiza una consulta de la Red Geodésica Pasiva de INEGI sobre las distintas estaciones o puntos GPS ubicados por toda la República (mojoneras); una vez localizada la mojonera más cercana al área donde se pretendía realizar el levantamiento, se realiza el arrastre del punto hasta el área de trabajo, lo cual implica que el levantamiento conlleve un error entre el arrastre del punto, el uso de la estación, la colocación del prisma y, sobre todo, implica muchas horas de trabajo. Ahora con el uso del GPS diferencial estos trabajos se realizan en un menor tiempo y con una precisión mayor que puede alcanzar los 10 mm en la horizontal.

La única limitante de los equipos GPS diferencial R3 son la visibilidad de los satélites, ya que para poder realizar una medición solo se puede realizar en lugares libres de obstáculos donde no se pierda la señal y se tengan como mínimo 4 satélites para general una recepción confiable.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Anaya, A., Trucíos, R., Delgado, G., Estrada, J., 2012. Uso del GPS Diferencial para generar un plano detallado de un predio, información usada como herramienta de consulta. Memoria de la XXIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED, 1415-1419.
- Ayala, A., y Hasbun, M.M., 2012. Aplicaciones y uso de la tecnología de GPS Diferencial de doble frecuencia con precisión centimétrica en el área de levantamiento y replanteo topográfico georeferenciado. Universidad del Salvador,
- GEOCOM 2014. Configuración estilos levantamiento TrimbleSurveyController, 1-20.
- Huerta, E., Mangiaterra, A., Noguera, G., 2005. GPS Posicionamiento Satelital, 1a. Edition. UNR Editora.
- INEGI, 2014. Calendario GPS 2014. Coordenadas geodesicas de las estaciones de la RGNA (ITRF2008, época 2010.0). Aguascalientes, México, Instituto de Estadística, Geografía e Informática.
- Ovalles, F.A., 2006. Introducción a la agricultura de precisión. INIA-CENIAP 12.
- Rey, J., 2012. El sistema de posicionamiento Global -GPS. University of Florida, 1-7.
- Salazar, S.E., 2009. Guía práctica para el uso del receptor GPS de monofrecuencia L1. Universidad de San Carlos de Guatemala.

---

---

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LÍNEA MORADA EN CD. CUAUHTÉMOC, CHIHUAHUA, UTILIZANDO LOS SIG

**Nydia Edith Moreno Robles<sup>1</sup>, Hugo Luis Rojas Villalobos<sup>1</sup>, Luis Carlos Alatorre Cejudo<sup>1</sup> y Jesús Amado Alvarez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez- Unidad Multidisciplinaria de la UACJ en Cuauhtémoc- Licenciatura en Geoinformática, Km 3.5 Carretera Cuauhtémoc-Anáhuac S/N Domicilio conocido Calle Ejército Nacional No 5220, Colonia Ejido Cuauhtémoc C.P. 31600 Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel 0052+625-128-17-00, e-mail: [luis.alatorre@uacj.mx](mailto:luis.alatorre@uacj.mx)

### INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento vital que se encuentra en la naturaleza como lagos, ríos, presas, depósitos subterráneos, mares, océanos, o bien en forma de granizo o hielo y también como vapor de agua en la atmosfera. Es un recurso vital en el desarrollo económico y social de cualquier país ya que de él depende el sustento de diversas actividades como son la agricultura, fruticultura y ganadería; comercio y servicios, industrial, mantenimiento ecológico (SEMARNAT, 2008). Con las últimas estimaciones, en el planeta hay aproximadamente unos 1,400 millones de km<sup>3</sup> de agua, relativamente el 97.5% corresponde a agua salada contenida en los mares y océanos y solo 2.5% es de agua dulce, y de esta el 68.9% se encuentra en glaciares y capas de hielo, el 30.8% está en depósitos subterráneos profundos; y solo el 0.3% de esta agua se localiza en lugares de fácil acceso, como el caso de los ríos y lagos, haciendo uso de ella para diversas actividades como el riego, agua potable, generación de energía eléctrica, etc., (SEMARNAT, 2008).

Debido al notable crecimiento demográfico y socio-económico del país, las actividades para el suministro de agua potable adquieren mayor prioridad ocasionando la sobre-explotación de los mantos acuíferos para responder a las actividades del hombre (Torres y Duran, 2006).

Durante los últimos 60 años la población en México ha crecido cinco veces. En 1950 había 25.8 millones de personas, y para el año 2010 creció a 112.3 millones (INEGI, 2010). La disponibilidad de agua ha disminuido de manera considerable, en el año 1910 era de 31,000 m<sup>3</sup> por habitante al año; en 1950 había disminuido hasta poco más de 18,000 m<sup>3</sup> por habitante; mientras que en 1970 se ubicó por debajo de los 10,000 m<sup>3</sup> por habitante; más tarde en el 2005 era de 4,573 m<sup>3</sup> por habitante y para el 2010 disminuyó a 4,230 m<sup>3</sup> por habitante anuales. Según las estimaciones para el 2030 la disponibilidad de agua sería de 3,783 m<sup>3</sup> por habitante al año (INEGI, 2010). El objetivo de la presente investigación fue estudiar la factibilidad e identificar las áreas potenciales de implementar la línea morada sobre la Ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua utilizando los Sistemas de Información Geográfico, a fin de ahorrar agua potable que se utiliza en la Agricultura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Particularidades de la zona de Estudio

El municipio cuenta con una población de 154,639 habitantes, incluyendo la comunidad menonita, mientras que la Ciudad de Cuauhtémoc tiene 134,587 habitantes (INEGI, 2010). Cuenta con dos cuerpos de agua importantes: a) La Laguna de Bustillos, y b) Presa Plan Benito Juárez, además de corrientes temporales como los arroyos: San Antonio, La Vieja y Napavechi que desembocan en la Laguna de Bustillos entre otros de menor caudal. También cabe mencionar la presencia de las presas que forman parte importante de la hidrografía municipal como son la presa La Quemada, Napavechi, El Burro, Tres Lagunitas, Seis de Enero, Táscate del Águila, entre otras. En esta región se generan diversas actividades económicas como la Agricultura, Ganadería, Fruticultura, también comercial y de servicio, hoteles, restaurantes, auto-lavados, talleres mecánicos; en el sector industrial que se encuentran maquiladoras, empresas de productos agropecuarios, procesadoras de granos y alimentos, entre otras micro empresas (INAFED, 2010).

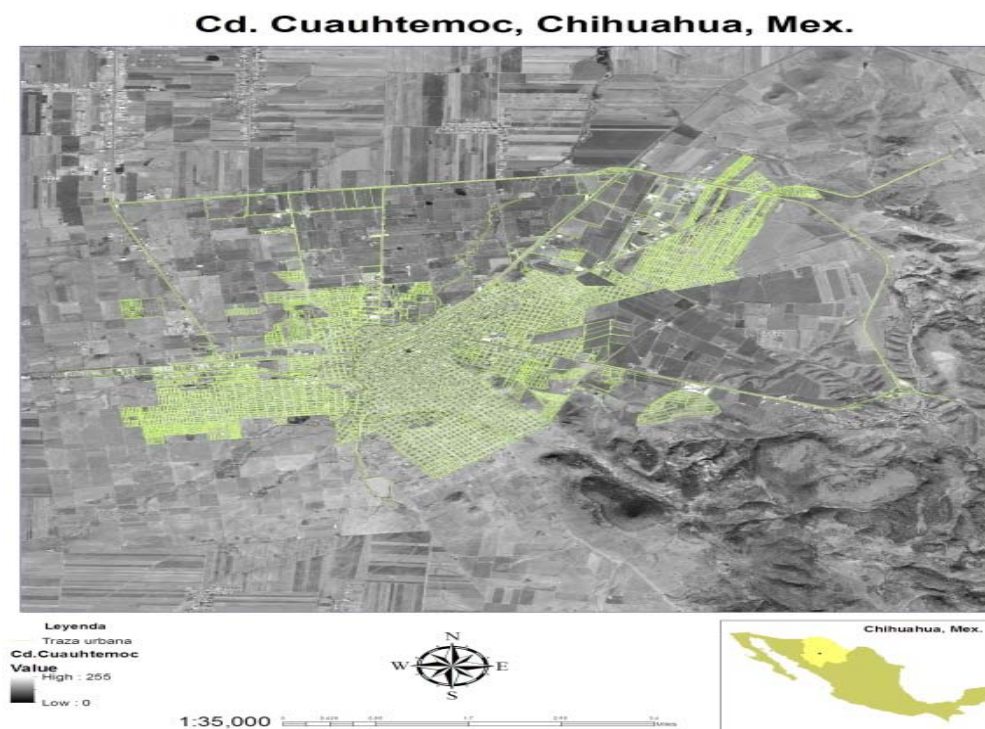


Figura 1. Área de estudio, representado en su traza urbana 2013 (Elaboración propia).

Para el desarrollo de la presente investigación se hizo necesario utilizar el software ArcGIS 10.2 para la representación de cartografías y distribuciones espaciales. El diagrama de flujo

empleado para lograr los objetivos planteados y aceptar o rechazar la hipótesis de estudio se muestra en la Figura 2.

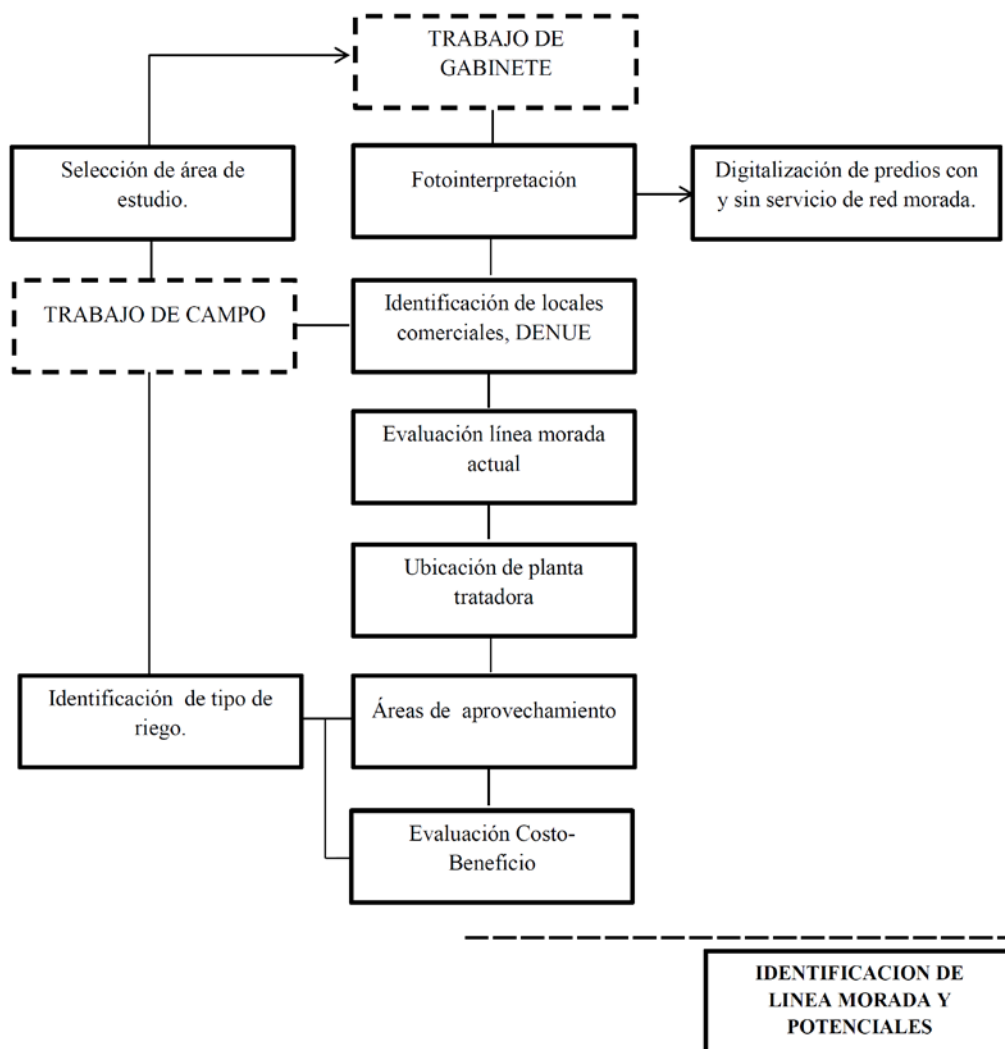


Figura 2. Secuencia de metodología para proyecto de implementación de línea morada en Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua. 2013.

**Fotointerpretación del área de estudio.** Mediante la selección del área de estudio se realizó la fotointerpretación, utilizando imágenes satelitales que nos ayudó a diferenciar y reconocer el tipo de terreno, como la identificación de usos de suelo, en este caso el tipo de cultivo que se encuentra en el área, generando también datos como áreas, perímetros, longitudes y datos estadísticos que nos permiten representar a mayor detalle de las zonas.

**Identificación de locales comerciales, DENUÉ.** Se realizó la identificación de establecimientos y locales comerciales activos dentro de la ciudad que puedan aprovechar el

agua tratada mediante la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUE (INEGI, 2013) para lo cual se seleccionaron 5 establecimientos para realizar una investigación del que se obtuvo información del gasto de agua de cada uno.

**Análisis de línea morada actual.** Durante el año 2013, se evaluó la red de línea morada actual, para conocer cuántos usuarios y cuáles son las zonas donde se aprovecha el agua tratada hasta la fecha. Con los datos otorgados por la Junta Municipal de Agua y Saneamiento se analizó a los usuarios que tiene servicio, como también las propuestas de ampliación donde se pretendía ofrecer el servicio de agua tratada a 55 usuarios con un total de 850 hectáreas aproximadamente.

**Ubicación de la planta tratadora.** Se obtuvo la ubicación de la planta tratadora y/o puntos de distribución del servicio, también se analizó la cantidad de agua que se trata en la planta para poder definir la cantidad que cada usuario puede disponer del servicio.

**Evaluación integral Costo-Beneficio.** Se realizó una evaluación integral de Costo-Beneficio actual, así como la oferta y demanda que genera la planta tratadora. Para ello se utilizaron los datos mensuales de precipitación pluvial de la Red de Estaciones Meteorológicas de UNIFRUT, A.C., del año 2013. También se consideraron los valores de requerimiento hídrico para los diferentes cultivos agrícolas incluidos. (Amado y Ortiz 1998; Amado y Ortiz, 2001; Orozco, 2007).

**Identificación de línea morada y potenciales.** Se identificó la extensión de línea morada y potenciales usuarios adicionales que puedan conectarse a ella. Se digitalizó en el software ArcGIS 10.2 la información proporcionada por la JMAS sobre la ubicación de la línea morada actual.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Fotointerpretación del área de estudio.** Mediante la fotointerpretación, se identificaron áreas con uso de suelo para la producción de manzana y cultivos de maíz, en la periferia de la Ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua, las cuales se pueden apreciar en la Figura 3a.

**Identificación de Auto lavados, Parques y Jardines.** Se realizó la identificación de todos los establecimientos registrados en la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUE del 2010, del cual se encontraron que los comercios que tienen mayor uso de agua en la ciudad de Cuauhtémoc son los auto lavados y las áreas verdes como parques y jardines. (Figura 3 b). Se encontraron 21 auto lavados registrados en el DENUE del 2010 que pueden ser abastecidos con agua residual, al igual que se localizaron 43 parques en la ciudad, de los que se puede tener acceso a servicio de agua tratada.



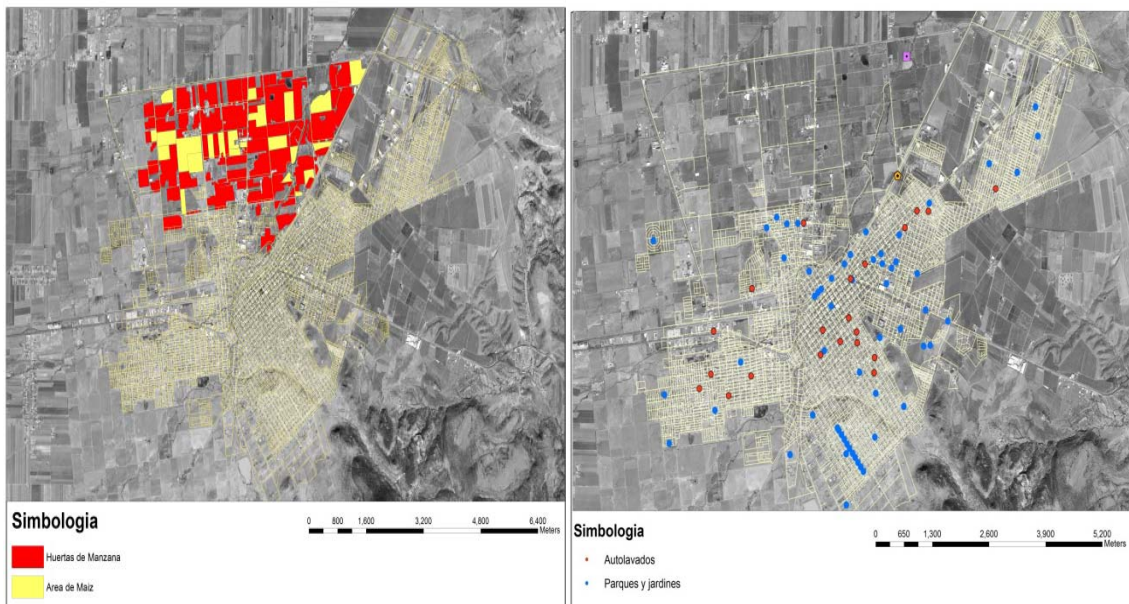


Figura 3. Izquierda: ubicación de zonas con huertas de manzana y cultivos de maíz; y, Derecha: auto lavados, parques y jardines aptos para otorgar servicio de agua 2013.

**Análisis de línea morada actual.** Se localizó la ubicación de la red morada con la que cuenta actualmente la ciudad, analizando los usuarios que cuentan con el servicio de agua tratada, encontrando 44 usuarios que tienen acceso a este servicio, de los cuales 36 son para riego de huertas de manzana y 7 son para irrigación de cultivos de maíz. También se tiene uso en el riego para el parque San Antonio (Figura 4).

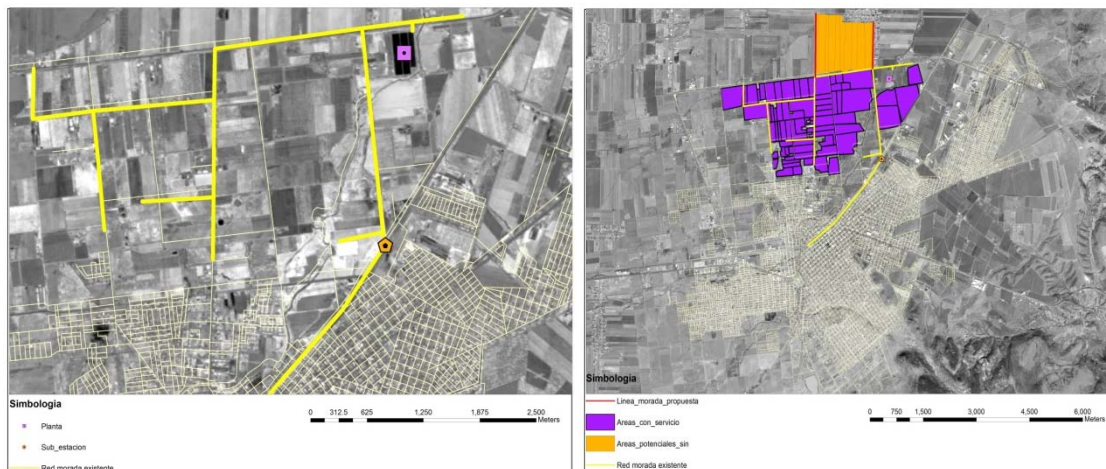


Figura 4. Izquierda: ubicación de la Planta Tratadora de Aguas Residuales en la ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua; y, Derecha: ubicación de las áreas potenciales a expandir la red morada 2013.

Cuadro 3. Flujo del promedio mensual en m<sup>3</sup> de la Planta Tratadora de Aguas Residuales de Cd. Cuauhtémoc. 2011-2013. Estimación para el 2014.

MESES	AÑO			
	2011 (m <sup>3</sup> )	2012(m <sup>3</sup> )	2013(m <sup>3</sup> )	Estimación 2014 (m <sup>3</sup> )
<b>Enero</b>	686,270.00	647,663.04	768,441.00	700,791.35
<b>Febrero</b>	669,570.00	670,032.00	775,360.00	704,987.33
<b>Marzo</b>	698,320.00	632,512.00	688,521.00	673,117.67
<b>Abril</b>	650,520.00	754,272.00	811,607.00	738,799.67
<b>Mayo</b>	678,200.00	805,218.00	818,894.00	767,437.33
<b>Junio</b>	688,720.00	781,747.00	958,703.00	809,723.33
<b>Julio</b>	692,430.00	797,428.80	598,408.00	696,088.93
<b>Agosto</b>	701,003.00	800,928.00	218,894.00	573,608.33
<b>Septiembre</b>	687,270.00	770,602.00	198,406.00	552,092.67
<b>Octubre</b>	698,720.00	790,305.00	435,250.00	641,425.00
<b>Noviembre</b>	518,400.00	795,405.00	725,321.00	679,708.67
<b>Diciembre</b>	620,345.00	788,054.40	630,000.00	679,466.47
<b>Total</b>	7,989,768.00	9,034,167.24	7,627,805.00	8,217,246.75

## CONCLUSIONES

El análisis de la información sobre las cantidades derivadas de planta de tratamientos de agua residual indica que es posible ampliar a 153 hectáreas para riego de huertas de manzana y 1720 hectáreas para riego de avena en el ciclo de invierno donde es la temporada baja de riego para los demás cultivos. En base al DENUÉ los 21 auto lavados que se encuentran registrados pueden ser abastecidos con agua tratada que representan una mínima parte del agua que trata la planta con el 0.28%, como también pueden ser beneficiados 43 parques que están dentro de la ciudad utilizando el 32.7% de agua reusada.

## LITERATURA CITADA

- Amado A., J. P. y P. Ortiz F. (2001). Consecuencia de la fertilización nitrogenada y fosfórica sobre la producción de avena irrigada con agua residual. *TERRA*. Vol. 19, No 2. pp: 175-182.
- Amado A., J. P. y P. Ortiz F. (1998). Respuesta del maíz de riego a humedad del suelo nitrogenado y densidad de población en Cuauhtémoc, Chihuahua. *TERRA*. Vol. 16, No 3. pp: 175-182.
- INAFED, Instituto para el Federalismo y el Desarrollo. (2010). Estado de Chihuahua. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Censo de Población y Vivienda.
- Orozco C., A. L. (2007). Determinación del régimen para manzano bajo micro-aspersión mediante el uso de estaciones meteorológicas y sondas de captación. *Retos de la investigación del agua en México*
- SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2008). Agua. [www.semarnat.gob.mx/](http://www.semarnat.gob.mx/)
- Torres Rodríguez, A., & Duran Juárez, J. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral*, 7 (36), 129-162.

---

---

## SISTEMA DE MONITOREO DE LOS PASTIZALES DEL ESTADO DE DURANGO MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES SATELITALES

**Amaury Esquivel-Romo<sup>1</sup>, Ulises Noel Gutiérrez-Guzmán<sup>1</sup>, Edmundo Castellanos-Pérez<sup>1</sup>  
Judith Puentes-Gutiérrez**

<sup>1</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Carretera Gómez Palacio–Tlahualilo Km 35 Venecia, Durango, México, C.P. 35170. E-mail: [amauryer@hotmail.com](mailto:amauryer@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

En América del Norte se encuentra el desierto Chihuahuense, el cual cuenta con una área de 520 000 km<sup>2</sup>, este desierto se encuentra compartido entre Estados Unidos y México, en el primero se encuentra en los estados de Nuevo México, Arizona y Texas, mientras que en el lado mexicano se ubica principalmente en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí.

La importancia de este desierto radica en su gran diversidad biológica y el alto grado de endemismo de especies adaptadas a este ecosistema; además de los usos de explotación forestal y ganadero de gran importancia económica para sus pobladores, sin embargo en los últimos años se le ha sometido a altas presiones de uso como es el pastoreo, la alta extracción de agua de los mantos acuíferos, y la deforestación, aunado a esto el desconocimiento sobre la importancia de los recursos que ofrece el desierto (Esquivel, 2013).

El estado de Durango cuenta con una superficie de 123,451 Km<sup>2</sup> dentro de la región del desierto Chihuahuense, posee una vasta superficie de pastos naturales que sirven de alimento para bovinos, caprinos, ovinos, equinos y fauna silvestre (Sánchez *et al.*, 1999). Además de pastizales naturales, el área de matorrales requieren la implementación de un sistema de monitoreo continuo de su estado y condición.

En la actualidad con información proveniente de los satélites que orbitan la tierra, se están utilizando en el monitoreo de los ecosistemas terrestres, los sistemas de información geográfica e imágenes (escenas) tomadas por el sensor MODIS (Imagen de Resolución Moderada Espectroradiométrica); el cual está instalado en los satélites TERRA y AQUA de la NASA, se obtiene el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) (NASA, 2010), dicho índice se utiliza para determinar cómo se encuentra el vigor de la vegetación a lo largo de los meses del año y con lo anterior poder ofrecer información actual y relevante de la condición de las áreas naturales. .

El objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema de monitoreo continuo y determinar la dinámica de las áreas de pastizales del estado de Durango que sea de bajo costo y preciso, mediante el uso de un índice de vegetación obtenido del sensor MODIS-NASA y que ayude en la toma de decisiones del productor y/o a las dependencias de gobierno en cuanto a su aprovechamiento.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

NDVI (Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada)

La información primordial para obtener estos datos, son las imágenes (escenas) obtenidas del sensor MODIS (Imagen Espectroradiométrica de Resolución Moderada) el cual está instalado a bordo de los satélites TERRA y AQUA de la NASA <http://e4ftl01.cr.usgs.gov/MOLT/MOD13Q1.005/2014.05.09/?C=D;O=A>

Una vez que se tiene dicha información, se realizó todo un proceso con el programa ArcGis 10, iniciando con una extracción por puntos para obtener el NDVI del estado en una malla de 500 X 500 m, con un total de 493,133 puntos en el estado de Durango, la información obtenida es ordenada en el programa Excel y guardada nuevamente en formato .txt para volver a cargarla en el programa e iniciar con la conversión de los puntos a un raster, una vez hecho esto, lo restante es asignar la clasificación según los valores establecidos para el índice de vegetación y al final generar el mapa.

## **RESULTADOS**

Para poder interpretar los resultados obtenidos, se debe tener conocimiento sobre los índices de vegetación. El Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada, mejor conocido con sus siglas NDVI puede ser usado como un indicador de biomasa o grado de verdor de la cubierta vegetal (Boone *et al.*, 2000) citado por (Esquivel, 2013).

Bendersky (2011) indica que el NDVI o el índice verde es un producto derivado de las imágenes de satélite que nos permiten detectar la actividad fotosintética de las plantas, es decir que nos orienta acerca de cuanto puede estar creciendo el pastizal, los valores que presenta el índice, oscilan entre -1 para cuerpo de agua y 1 para las cubiertas vegetales sanas en activo crecimiento y sin síntomas de senescencia con el 100% de la cobertura del suelo. Cada una de las plantas que están dentro de la vegetación presente tiene una característica diferente dentro del índice, esto depende del tipo de vegetación, el tipo de suelo y el clima.

En la Figura 1 se puede observar que para este mes las precipitaciones aún no se hacen notar, lo cual hace que el área de la sierra madre occidental se encuentre afectada y su grado de verdor no corresponde a dicha área. En el centro del estado donde se encuentran los pastizales medianos abiertos, también se pueden apreciar que están severamente afectados por la falta de precipitaciones. En el noreste del estado donde podemos encontrar los matorrales sub-espinosos, también es en este lugar donde se ve claramente que están afectados por la falta de precipitaciones oportunas, es en este año 2011 donde gran parte del norte de México incluyendo el estado de Durango son afectados por la sequía que afecto este año.

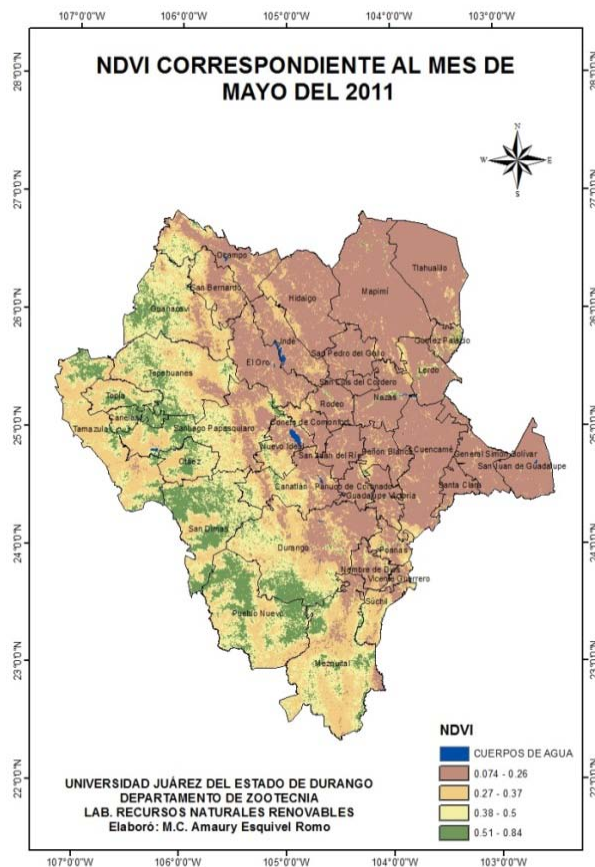


Figura 1.- Mapa que corresponde al índice de vegetación de la diferencia normalizada del mes de Mayo del año 2011.

En la figura 2 podemos observar que la sequía prolongada hasta el 2012 continua afectando a todos las áreas del estado de Durango, como lo podemos apreciar en área de la sierra madre occidental las áreas en verde se continúan aminorando lo cual indica que sus valores de NDVI continúan siendo bajos, para el centro del estado donde encontramos a los pastizales medianos abiertos, es notorio que las gramíneas persistentes en ese lugar no han logrado su

recuperación parcial después de las afectaciones de la sequía del 2011. Todo el noreste del estado donde se ubican las grandes áreas de matorrales no ha logrado una recuperación por la falta de precipitaciones para este año 2012., es para este año donde la sequía ocasionó los mayores estragos para los estados del norte de México incluyendo el estado de Durango.

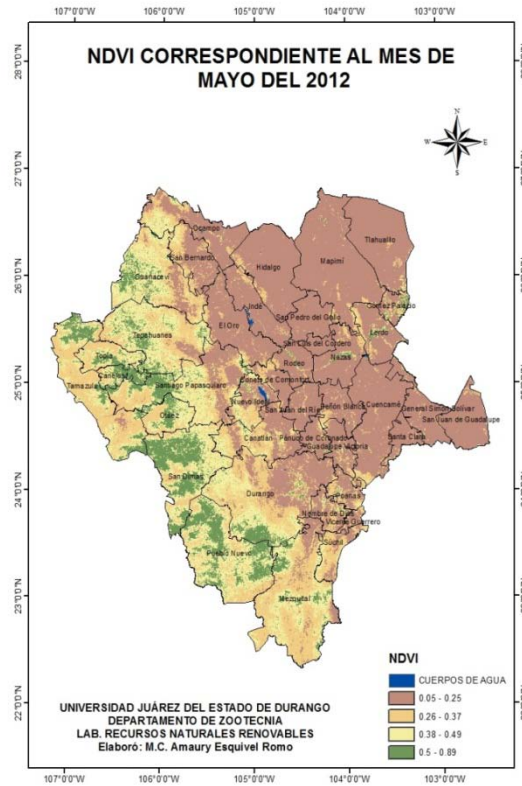


Figura 2.- Mapa que corresponde al índice de vegetación de la diferencia normalizada del mes de Mayo del año 2012.

En la figura 3 claramente se puede apreciar como mejoró totalmente el estado, siendo este año un año llovedor lo cual propició la recuperación de las diferentes áreas naturales del estado, es muy notorio la recuperación del área de la sierra madre occidental, ya que ha recuperado en gran porcentaje el verdor que la caracteriza por su dominancia arbórea. Para el centro del estado ahora es claramente notoria el área de los pastizales los cuales han recuperado su valor de NDVI. El área de los matorrales se ha reducido y plagado hacia el noreste del estado estos se redujeron y se ubican en los municipios más secos del estado los cuales son: Mapimí, Tlahualilo, Gómez palacio, Lerdo, Cuencame, Simón Bolívar, y San Juan de Guadalupe.

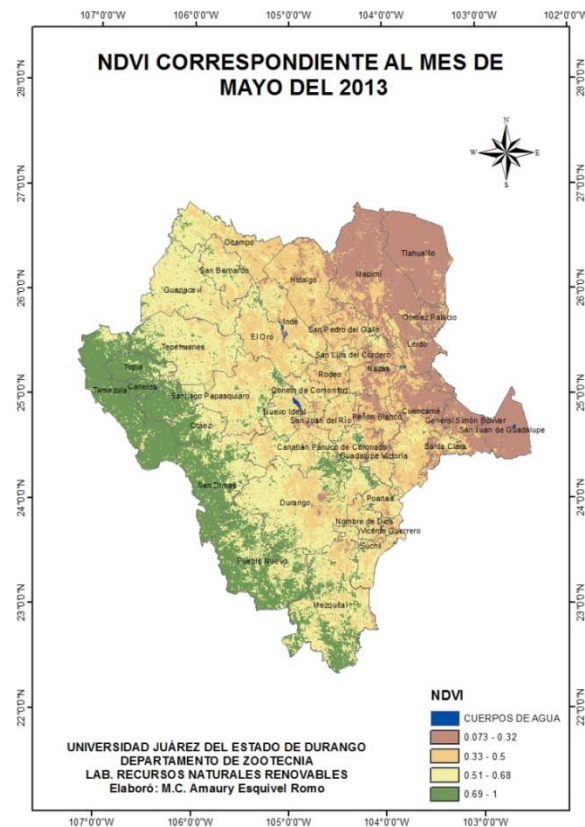


Figura 3.- Mapa que corresponde al índice de vegetación de la diferencia normalizada del mes de Mayo del año 2013.

En la figura 4 se puede apreciar que para inicios del año 2014 la vegetación especialmente el área de los matorrales se encuentra con valores muy bajos de su índice de vegetación, seguido del área de los pastizales medianos abiertos del centro del estado donde es notorio que gran parte de esa área presenta también valores bajos de su índice de vegetación. El área de la sierra madre occidental también se ve afectado su verdor, esto debido a la falta de precipitaciones al inicio de este año.

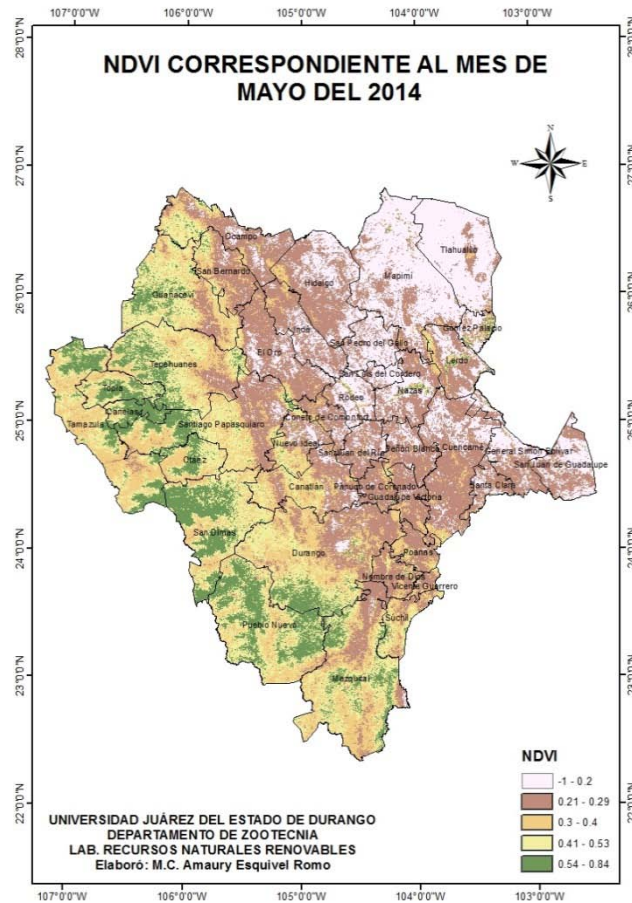


Figura 4.- Mapa que corresponde al índice de vegetación de la diferencia normalizada del mes de Mayo del año 2014.

Con el monitoreo continuo de los agostaderos del estado de Durango, se puede estar observando el cambio y comportamiento de la vegetación a partir de su índice de vegetación de la diferencia normalizada. Lo que se puede observar en las figuras es la dinámica del NDVI en el mismo mes a través de cuatro años continuos, en los años 2011 y 2012 fueron años secos lo cual propicio valores bajos de sus índices de vegetación, en el año 2013 se puede apreciar que hubo una mejoría los índices de vegetación, esto ocasionado por las precipitaciones oportunas presentadas en este año. Para los inicios del año 2014 se puede observar la carencia de precipitaciones para inicios de este año, lo cual propicia que los índices de vegetación se presenten muy bajos. Estos índices de vegetación fluctúan de acuerdo a la presencia de precipitaciones oportunas en el estado.



## CONCLUSIONES

El presente sistema de monitoreo, está en la fase de desarrollo para su pronta implementación y validación, para demostrar ser una herramienta confiable, económica, rápida y precisa para el monitoreo continuo de los ecosistemas de pastizal del estado de Durango.

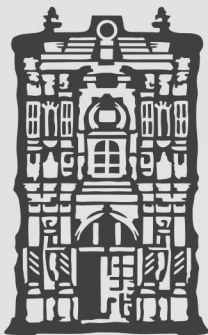
Con el uso de la información satelital, es posible generar una base de datos histórica que permite el desarrollo de los Índices de Vegetación con los cuales podemos realizar alertas oportunas sobre el desarrollo de la vegetación.

## BIBLIOGRAFÍA:

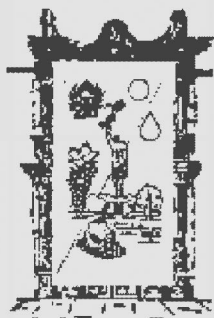
- Bendersky D., 2011 Monitoreo de pastizales "Anomalías del Índice Verde Normalizado (NDVI) de Pastizales de la Provincia de Corrientes". Boletín No. 7 pp: 1-3.
- Esquivel R. A. 2013 Tesis, Diseño y evaluación de un sistema para estimar la dinámica de los agostaderos del estado de chihuahua. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- NASA. 2010. Plataforma del sensor MODIS <http://modis-land.gsfc.nasa.gov/>
- Sánchez S. R., Valencia C. C. M., Del rio O. F. 1999 Interrelaciones entre las variables del suelo y de las gramíneas en el pastizal semiárido del norte de Durango. TERRA volumen 17, num 1, pp 27.



## Informes



**UJED**



**FAZ**

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](mailto:semana.faz@hotmail.com)  
<http://faz.ujed.mx/eventos/semana26.html>

### **Responsable:**

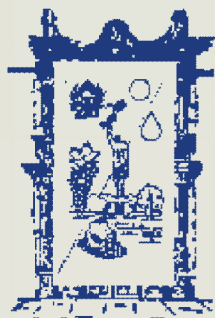
**Ph. D. Juan José Martínez Ríos**  
[juamarti@ujed.mx](mailto:juamarti@ujed.mx)  
**DIRECTOR**



# Informes



**UJED**



**FAZ**

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](mailto:semana.faz@hotmail.com)  
<http://faz.ujed.mx/eventos/semana26.html>

**Responsable:**

Ph. D. Juan José Martínez Ríos  
[juamarti@ujed.mx](mailto:juamarti@ujed.mx)  
**DIRECTOR**