



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán  
Proyecto PAPIME 214619 “Mejoramiento de la enseñanza  
de las ciencias agrícolas mediante colecciones biológicas y virtuales”

# 3<sup>er</sup> Congreso Universitario de Ciencias Agroalimentarias Octubre de 2020



# Tercer Congreso Universitario de Ciencias Agroalimentarias

Octubre de 2020

D.R. © 2020 Universidad Nacional Autónoma de México

Av. Universidad No. 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U.,  
Ciudad de México. C.P. 04510.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Km. 2.5 Carretera Cuautitlán-  
Teoloyucan. Col. San Sebastián Xhala, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. C.P.  
54714.

<http://www.cuautitlan.unam.mx/>

ISBN: EN TRÁMITE

Revisión técnica: Valentín Alberto Esqueda Esquivel, Enrique Salas Téllez, Manuel  
Silva Valenzuela, Selene Mariana Sánchez Mendoza y Gloria de los Ángeles Zita  
Padilla

Edición:

Valentín A. Esqueda Esquivel

Formación y diseño: Gloria de los Ángeles Zita Padilla, Enrique Salas Téllez,  
Verónica Guadalupe Gilbón Carrasco, Roxana Martínez Cerón, Ivonne González  
Francisco, Jesús Moisés Hernández Duarte y Juan Espinosa Rodríguez

Diseño de portada: Departamento de publicaciones FES – Cuautitlán UNAM

Esta edición y sus características son propiedad de la Universidad Nacional  
Autónoma de México. Prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización  
escrita del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en México

# Índice

## Investigación, desarrollo, innovación y enseñanza en las ciencias agroalimentarias

### Título y autores

<a href="#"><u>Orthospovirus que afectan al cultivo de jitomate en el sur del Estado de México</u></a>	9
Ríos Domínguez Guadalupe*, Aquino Martínez Jesús Gaudencio, Hernández Sánchez Rocío Sara Valentina y Orihuela Solano Zenón	
<a href="#"><u>Innovación de la colmena para las buenas prácticas en la producción de miel</u></a>	19
Martínez Aguilera Edna y Cobos Corado Olga Isabel*	
<a href="#"><u>Caracterización morfológica y molecular de siete especies del género <i>Cuscuta</i> (Convolvulaceae) en México</u></a>	29
Monroy Martínez Sonia*, Segura León Obdulia Lourdes, García Ávila Clemente de Jesús y Alvarado Rosales Dionicio	
<a href="#"><u>Efecto del consumo de fibra sobre la calidad del calostro y crecimiento de becerros</u></a>	39
Zárate Martínez Juan Prisciliano*, Ríos Utrera Ángel, Juárez Lagunes Francisco Indalecio, Montero Lagunes Maribel y Fragoso Islas Abraham	
<a href="#"><u>Propuesta de manejo al anillamiento del pedúnculo del aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.) en Villa Guerrero, Estado de México</u></a>	49
Correa Bolaños Jessica Itzel, De La O Aguilar Paola y Ruiz Castañares Kevin*	
<a href="#"><u><i>Neovarysiphe cumminsiana</i> agente causal de la cenicilla polvosa en la maleza <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.</u></a>	59
Espadas Reséndiz Marcos*, Borda Mamani Roxana y Zita Padilla Gloria	
<a href="#"><u>Simulación de la transferencia de calor en un trozo de jamón en una cámara de termoencogido</u></a>	68
Cruz Romero Pablo y Velázquez Ortega José Luis*	
<a href="#"><u>Mejoramiento de la enseñanza de las ciencias agrícolas mediante colecciones biológicas y virtuales bajo pandemia</u></a>	79
Zita Padilla Gloria de los Ángeles*, Esqueda Esquivel Valentín A., Gilbón Carrasco Verónica G. y Espadas Reséndiz Marcos	
<a href="#"><u>Estimación del balance hidrológico en cuencas del estado de Tamaulipas</u></a>	89
Vargas Tristán Virginia*, Flores Maldonado Karla, Astudillo Sánchez Claudia C. y Treviño Carreón Jacinto	

## Mejoramiento genético y biotecnología

- [Evaluación de genotipos de frijol negro por tolerancia a roya \[\*Uromyces appendiculatus\* var. \*appendiculatus\* \(Pers.\) Unger\]](#) 101  
Esqueda Esquivel Valentín A.\*, Tosquy Valle Oscar Hugo, Ibarra Pérez Francisco Javier y Garrido Ramírez Eduardo Raymundo
- [Inhibición del desarrollo \*in vitro\* de \*Aspergillus ochraceus\* y \*A. niger\* con 19 aceites esenciales](#) 111  
Moreno Lara Josefina, Mondragón Hernández Aimeé, Fragoso Torres María Isabel, Márquez Rivera Flor Selenia, Ramírez Zárate Stephany Nataly y Quezada Viay Martha Yolanda\*
- [Caracterización de accesiones de mango \(\*Mangifera indica\* L.\) del banco de germoplasma del INIFAP en Veracruz](#) 119  
Becerra Leor Enrique Noé\*, Rosas González Xóchitl y Esqueda Esquivel Valentín A.
- [Presencia de genes de la familia \*CDR\* en limón Persa y efecto de la aplicación de ácido gamma-aminobutírico en su actividad](#) 129  
Flores-de la Rosa Felipe Roberto\*, Rodríguez-Quibrera Cynthia Guadalupe y Santillán-Mendoza Ricardo
- [Recolección de girasol silvestre \(\*Helianthus annuus\* L.\) en México](#) 137  
Hernández Martínez Miguel\*, Medina Cázares Tomás y Montero Tavera Víctor
- [Evaluación productiva de híbridos de girasol alto oleico bajo riego y temporal en Guanajuato](#) 143  
Hernández Martínez Miguel\*, Medina Cázares Tomás y Montero Tavera Víctor

## Producción agropecuaria

- [Costos por uso de maquinaria en la producción agrícola](#) 155  
Gómez García Carlos\*
- [Situación actual del cultivo de maíz en localidades del municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz](#) 165  
Capetillo Burela Ángel\*, Zetina Lezama Rigoberto, Reynolds Chávez Marco Antonio, Uribe Gómez Sergio, Matilde Hernández Cristian y López Collado Catalino Jorge
- [Diagnóstico del cultivo de arroz de riego en el municipio de Tlaxicoyan, Veracruz](#) 175  
Esqueda Esquivel Valentín A.\*, Becerra Leor Enrique Noé, Zetina Lezama Rigoberto y Reynolds Chávez Marco Antonio

<a href="#"><u>Materia orgánica en un cambisol vértico cultivado con milpa en laderas de Los Tuxtlas, Veracruz</u></a>	185
Zetina Lezama Rigoberto*, Uribe Gómez Sergio, Hernández Estrada Carmen Aridai, Capetillo Burela Ángel, Zambada Martínez Andrés y Francisco Nicolás Néstor	
<a href="#"><u>Mejoramiento del suelo con biomasa de pasto Taiwán (<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.) en la zona centro del estado de Veracruz</u></a>	195
Capetillo Burela Ángel*, Zetina Lezama Rigoberto, Jiménez Ortega Eusebio, Reynolds Chávez Marco Antonio, López Collado Catalino Jorge y Matilde Hernández Cristian	
<a href="#"><u>Caracterización y descripción de perfiles de suelos cultivados en el sistema MIAF en Los Tuxtlas, Veracruz</u></a>	205
Zetina Lezama Rigoberto*, Sánchez Guzmán Patricio, Uribe Gómez Sergio, Capetillo Burela Ángel y Hernández Estrada Carmen Aridai	
<a href="#"><u>Caracterización de variedades de <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach. para producción de fibra en Medellín, Veracruz</u></a>	215
Matilde Hernández Cristian, Capetillo Burela Ángel*, Zetina Lezama Rigoberto, Santillán Mendoza Ricardo, Flores de la Rosa Felipe Roberto, Domínguez Monge Santiago y Ortega Jiménez Eusebio	
<a href="#"><u>Diagnóstico del cultivo de caña de azúcar de la zona de abasto del ingenio Tres Valles, en el estado de Veracruz</u></a>	225
Esqueda Esquivel Valentín A.*, Zetina Lezama Rigoberto, Capetillo Burela Ángel, López Vázquez María Enriqueta y Reynolds Chávez Marco Antonio	
<a href="#"><u>Varietades y diagnóstico parasitológico del cultivo de jamaica (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) en el centro de Veracruz</u></a>	235
Becerra Leor Enrique Noé*, Rosas González Xóchitl y Esqueda Esquivel Valentín A.	
<a href="#"><u>Caracterización morfológica de frutos de accesiones de guanábana (<i>Annona muricata</i> L.) del banco de germoplasma del Campo Experimental Cotaxtla</u></a>	245
Rosas González Xóchitl*, Jiménez Jiménez Magali, Becerra Leor Enrique Noé y Esqueda Esquivel Valentín A.	
<a href="#"><u>Evaluación de herbicidas postemergentes para el control de la maleza en el cultivo de chíá (<i>Salvia hispanica</i> L.)</u></a>	255
Medina Cázares Tomás*, Montes Hernández Salvador y Hernández Martínez Miguel	

## Resúmenes

<p><a href="#"><u>Diagnóstico y prevención del virus del bronceado del tomate en el cultivo de gerbera (<i>Gerbera jamesonii</i> Adlam), en Villa Guerrero, Estado de México</u></a> Castaño Acosta Rodrigo*, Blancas Tapia Rafael y Quezada Cortés Frida Daniela</p>	267
<p><a href="#"><u>Diagnóstico y control fitosanitario de <i>Fusarium</i> spp. en el cultivo de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)</u></a> Chávez de la Cruz María Fernanda, González Lara Fabiola Donaji y Martínez Cerón Roxana Jaquelin*</p>	269
<p><a href="#"><u>¿Cuánto steviol tiene mi edulcorante de stevia?</u></a> Ferreira Eduardo Ramón, Olazar Fiorella Geraldine, Ferreira Francisco Paulo, Parra Yadira Rocío, Fernández Danilo y Arrúa Andrea Alejandra*</p>	271
<p><a href="#"><u>Etiquetado y edulcorante a base de stevia ¿el consumidor entiende lo que compra?</u></a> Olazar Fiorella Geraldine, Ferreira Eduardo Ramón, Ferreira Francisco Paulo, Parra Yadira Rocío, Fernández Danilo y Arrúa Andrea Alejandra*</p>	273
<p><a href="#"><u>Hábitos de lectura de etiquetas de yerba mate compuesta en Paraguay: mirada desde el consumidor</u></a> Ferreira Magali, Parra Yadira Rocío, Fernández Danilo y Arrúa Andrea Alejandra*</p>	275
<p><a href="#"><u>Efecto del hidrolato de caléndula (<i>Calendula officinalis</i> L.) en la conservación de filetes de trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)</u></a> Torres Vargas Golda Meyer* y Sierra Benítez Angélica María</p>	277
<p><a href="#"><u>Maduración de embriones somáticos de café y la respuesta fisiológica <i>ex vitro</i> de plantas regeneradas</u></a> Riviello Cogco Enrique*, Robledo Paz Alejandrina, Gutiérrez Espinosa Ma. Alejandra y Mascorro Gallardo José Oscar</p>	279
<p><a href="#"><u>Avances del proceso de transferencia de tecnología en producción de maíz forrajero en el Centro de Enseñanza Agropecuaria</u></a> Vargas Márquez Rubén*, Sotelo Noguez Edgar Orlando, Fernández Mendiola Jonathan Alfredo, Martínez García Luis Gerardo y Jandete Vera Florencio</p>	281
<p><a href="#"><u>Crecimiento y productividad del tomate <i>Solanum lycopersicum</i> (L.) con aplicaciones de compuestos orgánicos volátiles del cempasúchil en invernadero</u></a> López-Martínez Blendi*, Marroquín-Agreda Francisco Javier, Aguilar-Fuentes Javier y Villarreal-Fuentes Juan Manuel</p>	283
<p><a href="#"><u>Hiperparásitos asociados al signo de <i>Moniliophthora roreri</i> en el municipio de Comalcalco, Tabasco</u></a> Borda Mamani Roxana* y Espadas Reséndiz Marcos</p>	285

<a href="#"><u>Caracterización nutricional y funcional de nopal [<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck] deshidratado</u></a>	287
Fabela Illescas Héctor Enrique, Palma Rodríguez Heidi María, Castro Mendoza Marisol Patricia, Montalvo González Efigenia, Vargas Torres Apolonio y Hernández Uribe Juan Pablo*	
<a href="#"><u>Evaluación financiera del Módulo de Validación de Doble Propósito “El Paraíso”</u></a>	289
Calderón Robles René Carlos*, Calderón Chagoya René, Ríos Utrera Ángel, Vega Murillo Vicente Eliezer, Lagunes Lagunes Juvencio y Andrés Luna Atanasio	
<a href="#"><u>Rendimiento de maíz en función de la fertilización química y orgánica, en el estado de Morelos</u></a>	291
Aguilar Carpio Cid*, Arenas Julio Yasmani Rafael y Sánchez Mendoza Selene	
<a href="#"><u>Almidón de chayotextle [<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.] una alternativa potencial para la industria alimentaria</u></a>	293
Paniagua López Víctor Hugo, Palma Rodríguez Heidi María, Vargas Torres Apolonio, Navarro Cortés Ricardo Omar y Hernández Uribe Juan Pablo	
<a href="#"><u>Rendimiento de girasol en función del biofertilizante en Montecillo, Estado de México</u></a>	295
Arenas Julio Yasmani Rafael*, Herrera Tapia Francisco y Aguilar Carpio Cid	
<a href="#"><u>Composición química y propiedades funcionales de harina de camote obtenida mediante dos métodos de secado</u></a>	297
Castro Mendoza Marisol Patricia, Palma Rodríguez Heidi María, Hernández Uribe Juan Pablo y Vargas Torres Apolonio*	
<a href="#"><u>Características postcosecha de tres cultivares de chayote [<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Swartz]</u></a>	299
Ramírez Rodas Yeimy C., Arévalo Galarza Ma. de Lourdes*, Cadena Íñiguez Jorge, Delgado Alvarado Adriana y Ruiz Posadas Lucero del Mar	
<a href="#"><u><i>Pseudocercospora acalyphincola</i> Petr., un potencial controlador biológico de la maleza <i>Acalypha mexicana</i> Müll. Arg.</u></a>	301
Espadas Reséndiz Marcos, Gilbón Carrasco Verónica G.* y Zita Padilla Gloria	
<a href="#"><u>ÍNDICE DE AUTORES</u></a>	303





**Investigación, desarrollo, innovación y enseñanza en las ciencias  
agroalimentarias**



## **Orthospovirus QUE AFECTAN AL CULTIVO DE JITOMATE EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO**

Ríos Domínguez Guadalupe<sup>1\*</sup>, Aquino Martínez Jesús Gaudencio<sup>1</sup>, Hernández Sánchez Rocío Sara Valentina<sup>1</sup> y Orihuela Solano Zenón<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Fitopatología. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México. [casiopea42@hotmail.com](mailto:casiopea42@hotmail.com)

<sup>2</sup>Dirección de Agricultura. Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México

### **RESUMEN**

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la segunda hortaliza de mayor importancia a nivel mundial. México se ha ubicado en el décimo lugar de producción a nivel internacional. Este cultivo es atacado por patógenos que ocasionan enfermedades de importancia económica, principalmente virus y nematodos. Con la introducción de nuevas variedades se ha incrementado la incidencia de virus, sobre todo aquellos transmitidos por insectos vectores. El género *Orthospovirus* que pertenece al orden *Bunyavirales* (familia *Tospoviridae*), está integrado por 18 especies de virus ARN de cadena sencilla, de replicación de sentido negativo y ambisentido, transmitidos por trips (Thysanoptera). El objetivo de esta investigación fue demostrar la existencia de *Orthospovirus* en cultivos comerciales de jitomate en el sur del Estado de México, mediante la técnica serológica DAS-ELISA. Durante los años 2016 y 2017, se colectaron 126 muestras de follaje y fruto con síntomas característicos a virosis. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX), para detectar la presencia de: Virus Marchitez Manchada del Tomate (TSWV), Virus Mancha Necrótica del Impatiens (INSV), Virus Mancha Amarilla del Iris (IYSV), Virus Moteado Plateado de la Sandía (WSMoV) y Virus Necrosis del Brote del Cacahuete (GBNV). Los principales síntomas observados sobre la incidencia de *Orthospovirus* fueron clorosis, mosaicos y bronceado, así como manchas cloróticas-necróticas con deformación en los frutos. Del total de muestras analizadas, la mayor frecuencia de detección se presentó en TSWV (66.66%) e INSV (24.44%); en menor incidencia se encontraron WSMoV + GBNV (6.66%) e IYSV (2.22%).

El desarrollo de investigaciones sobre la incidencia de enfermedades virales en los cultivos agrícolas de mayor importancia, pueden ser una herramienta de consulta que servirá como guía para el diagnóstico y manejo de éstas, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de los productos agrícolas.

**Palabras clave:** Enfermedades virales, clorosis, mosaico, manchado, DAS-ELISA.

## Introducción

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la segunda hortaliza de mayor importancia a nivel mundial después de la papa (*Solanum tuberosum* L.). En 2015, México se ubicó en el décimo lugar internacional en la producción de jitomate (SIAP, 2016). Sin embargo, este cultivo es atacado por un gran número de patógenos, entre ellos los virus, cuya incidencia se ha incrementado, sobre todo por aquellos transmitidos por insectos vectores.

Los virus de las plantas son patógenos submicroscópicos obligados, compuestos por ácido nucleico (ADN, ácido desoxirribonucleico o ARN, ácido ribonucleico) y una cubierta proteica llamada cápside (Király *et al.*, 1974). Se multiplican sólo en células vivas y pueden causar enfermedades en el hospedante. Con base en sus características, más de 2,285 especies de virus han sido clasificados por el Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV), de las cuales, alrededor de 736 afectan a plantas (ICTV, 2019).

La clasificación de virus de Baltimore se basa en el tipo de genoma (DNA/RNA), cadena y forma de replicación (Figura 1). En este sentido, el orden *Bunyavirales* pertenece al Grupo V: virus de genoma de ARN, segmentados, de cadena sencilla con un sentido de replicación negativo; dentro de este género, se encuentra la familia *Tospoviridae*, capaz de infectar plantas, integrada únicamente por el género *Orthotospovirus*. En la actualidad, se reconocen 18 especies de *Orthotospovirus* (ICTV, 2019) (Cuadro 1).

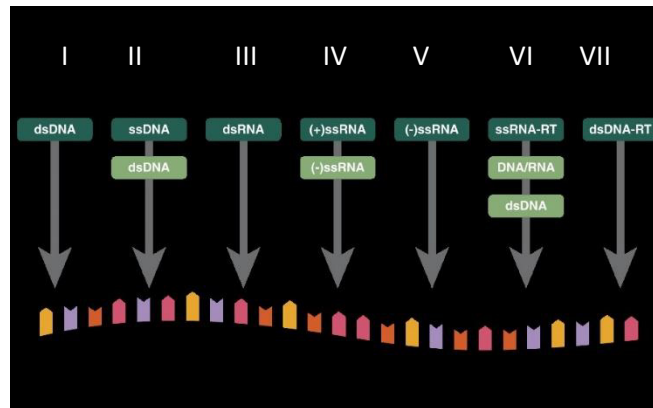


Figura 1. Clasificación de virus de Baltimore (Fuente: Medical Pharmacology, 2019).

Cuadro 1. Especies de *Orthotospovirus* reconocidas por el ICTV.

Especie	Acrónimo
<i>Bean necrotic mosaic orthotospovirus</i>	BeNMV
<i>Calla lily necrotic spot orthotospovirus</i>	CCSV
<i>Capsicum chlorosis orthotospovirus</i>	CaCV
<i>Chrysanthemum stem necrosis orthotospovirus</i>	CSNV
<i>Groundnut bud necrosis orthotospovirus</i>	GBNV
<i>Groundnut ringspot tospovirus</i>	GRSV
<i>Groundnut yellow spot tospovirus</i>	GYSV
<i>Impatiens necrotic spot tospovirus</i>	INSV
<i>Iris yellow spot tospovirus</i>	IYSV
<i>Melon severe mosaic orthotospovirus</i>	MSMV
<i>Melon yellow spot orthotospovirus</i>	MYSV
<i>Polygonium ringspot tospovirus</i>	PoRSV
<i>Soybean vein necrosis orthotospovirus</i>	SVNV
<i>Tomato chlorotic spot tospovirus</i>	TCSV
* <i>Tomato spotted wilt tospovirus</i>	TSWV
<i>Watermelon bud necrosis tospovirus</i>	WBNV
<i>Watermelon silver mottle tospovirus</i>	WSMoV
<i>Zucchini lethal chlorosis tospovirus</i>	ZLCV

\*Especie tipo

Fuente: ICTV (2019)

Los *Orthospovirus* se transmiten de forma circulativa y persistente por insectos del orden Thysanoptera, suborden: Thripidae, comúnmente llamados “trips”. Según Badillo-Vargas *et al.* (2015), de las 5,500 especies que existen, solamente algunas cuantas son conocidas como vectores del género *Orthospovirus*. Whitfield y German, (2005) afirman que el trips occidental de las flores (*Frankliniella occidentalis* Pergande) (Figura 2), es la especie más invasiva y de mayor impacto en el aspecto económico.



Figura 2. Adulto de *Frankliniella occidentalis* Pergande. Fuente: Iowa State University (2019).

Los *Orthospovirus* tienen una amplia gama de hospedantes, tanto en invernadero como a campo abierto; Peters (1998), presentó una lista de más de 1,000 especies, de las cuales, cerca de 900 son susceptibles a TSWV.

Los síntomas causados por *Orthospovirus* son muy variados, dependiendo de la edad de la planta, la cadena del virus y los factores ambientales. En general, el virus TSWV puede causar achaparramiento, necrosis, clorosis, bronceado, anillamiento y patrones lineales (Zindovic *et al.*, 2014). La infección de IYSV produce manchas cloróticas, algunas veces en forma de diamante o lesiones necróticas en la base del tallo y hojas del bulbo en cebolla y ajo, mientras que INSV ocasiona lesiones de manchas anilladas cloróticas o necróticas en hojas y tallos (Adkins *et al.*, 2013).

La variabilidad del género *Orthospovirus* en México ha ocasionado un incremento en la incidencia y severidad de daños en cultivos hortícolas y ornamentales; por su alto impacto

devastador en la agricultura, es necesario realizar investigaciones que contribuyan al entendimiento, tanto de su vasta diversidad genética, como de su amplia gama de hospedantes.

El objetivo de esta investigación fue la identificación de la presencia de *Orthospovirus* en cultivos comerciales de *Solanum lycopersicum* L., en el sur del Estado de México, a través de la técnica serológica DAS-ELISA.

## **Materiales y métodos**

Durante el periodo 2016-2017, se colectaron muestras de follaje y fruto con síntomas característicos de virosis de cultivos comerciales de jitomate en siete municipios de la zona sur del Estado de México: Villa Guerrero, Ixtapan de la Sal, Coatepec Harinas, Tonatico, Texcaltitlán, Almoloya de Alquisiras y Zacualpan. En total se colectaron 126 muestras que fueron analizadas en el Laboratorio de Fitopatología del ICAMEX, para detectar la presencia de: TSWV, INSV, IYSV y WSMoV + GBNV, a través de la técnica DAS-ELISA (Ensayos Inmunológicos con Conjugados Enzimáticos: Doble Anticuerpo o “sándwich”), con base en el protocolo para los antisueros de la empresa Agdia®.

## **Resultados y discusión**

De las 126 muestras analizadas, la mayor frecuencia de detección se presentó para TSWV (66.66%) e INSV (24.44%); en menor incidencia se encontraron WSMoV + GBNV (6.66%) e IYSV (2.22%) (Cuadro 2).

Los principales síntomas observados por la incidencia de *Orthospovirus* en jitomate fueron: clorosis, mosaicos y bronceados, asociados fuertemente al complejo de virus TSWV e INSV (Figura 3a, b y c). En tanto, para el binomio de virus WSMoV+GBNV, los síntomas fueron de clorosis en los bordes del follaje (Figura 4a) y, manchas cloróticas-necróticas con deformación en los frutos (Figura 4b).

En general, los síntomas observados en las plantas muestreadas para los virus TSWV e INSV, coinciden con los descritos por Zindovic *et al.* (2014) y Adkins *et al.* (2013).

Cuadro 2. Casos positivos de *Orthospovirus* identificados por serología en siete municipios del sur del Estado de México.

Municipio	<i>Orthospovirus</i>							
	TSW		INSV		IYSV		WSMoV+G BNV	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
Villa Guerrero	23	53	8	68	0	76	1	75
Ixtapan de la Sal	4	7	0	11	0	11	0	11
Coatepec Harinas	1	9	1	9	0	10	0	10
Tonatico	2	21	2	21	1	22	2	21
Texcaltitlán	0	3	0	3	0	3	0	3
Almoloya de Alquisiras	0	2	0	2	0	2	0	2
Zacualpan	0	1	0	1	0	1	0	1
Total	30	96	11	115	1	125	3	123

Para los virus IYSV, WSMoV y GBNV los síntomas observados variaron en características, pudiendo considerarse como primer reporte la presencia de estos virus en el cultivo de jitomate.



Figura 3. a) Clorosis, b) Mosaicos en follaje y c) Bronceado.



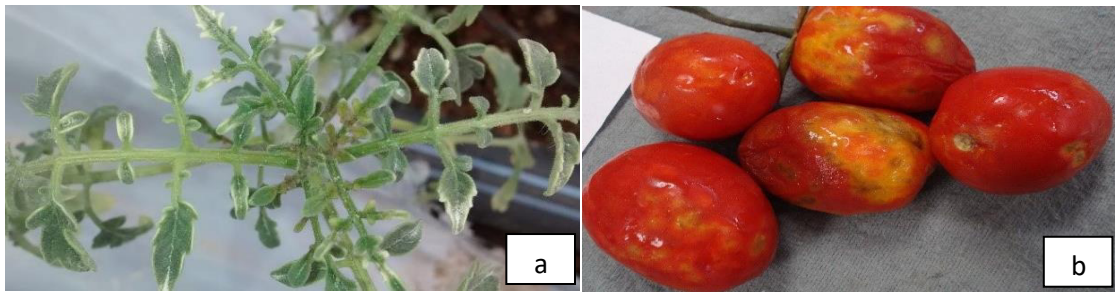


Figura 4. a) Clorosis en los bordes y b) Manchas cloróticas-necróticas y deformación del fruto.

Es importante destacar que, la detección de estos virus puede considerarse como el primer caso encontrado en el cultivo de jitomate en el Estado de México y posiblemente en nuestro país. El virus IYSV se reporta específicamente para el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.); sin embargo, se consideran a las malezas cercanas a parcelas de ajo como posibles reservorios (Bag *et al.*, 2013). Dada la cercanía de los municipios estudiados con el estado de Morelos, donde se ha diagnosticado IYSV en parcelas de ajo, es muy probable que el vector haya infectado al cultivo de jitomate.

Por otro lado, Yin *et al.* (2016) reportaron al virus WSMoV por primera vez en el cultivo de jitomate en forma natural en China, aunque, Yeh *et al.* (1992) reportaron la infección de este virus en forma experimental en jitomate. Venkata Ramana *et al.* (2011) confirmaron la presencia del virus GBNV en jitomate, a través de pruebas serológicas (ELISA directa), señalando que, dependiendo del estado del cultivo y la estación del año, será la incidencia del organismo.

Los resultados obtenidos muestran que en el Estado de México existe un complejo de virus que afectan al cultivo de jitomate (Figura 3). La identificación de las especies de virus permitirá tomar decisiones sobre las medidas de control para reducir la incidencia de las enfermedades ocasionadas por éstos.

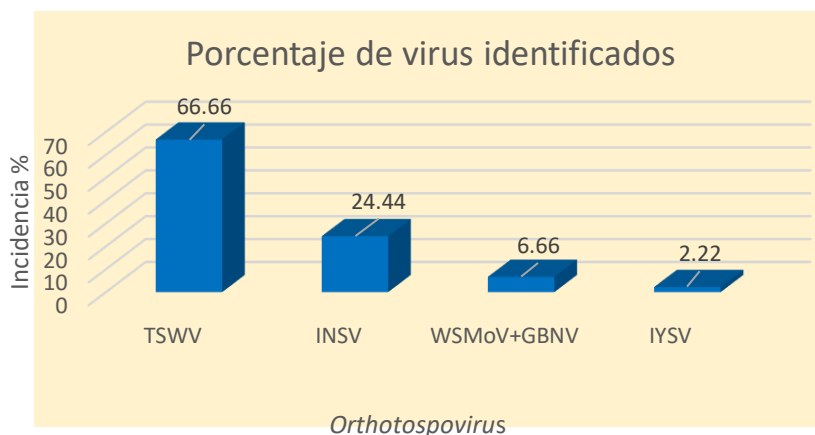


Figura 3. Porcentaje de virus identificados en jitomate en el sur del Estado de México.

## Conclusiones

1. Los resultados de la presente investigación confirman la presencia de TSWV, INSV, IYSV, WSMoV y GBNV, infectando naturalmente al cultivo de jitomate en el sur del Estado de México.

## Agradecimientos

Agradecemos el apoyo del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COMECYT), a la Dirección de Agricultura de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de México (SEDAGRO), y finalmente, a los productores de jitomate del sur del Estado de México.

## Literatura citada

Adkins, S., Zitter, T. and Momol, T. 2013. Tospoviruses (Family *Bunyaviridae*, Genus *Tospovirus*). Fact Sheet PP-212. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Florida Cooperative Extension Services. Plant Pathology Department. Gainesville, FL, USA. 5 p. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/PP/PP13400.pdf> [Consultado el 22 de mayo de 2019].

Badillo-Vargas., E. I., Rotenberg, D., Schneeweis, B. A. and Whitfield, A. E. 2015. RNA interference tools for the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Journal of Insect Physiology* 76:36-46.

Bag, S. 2013. Biological, epidemiological and molecular insights into thrips-*Iris yellow spot tospovirus*. Pest Complex. Doctor of Philosophy thesis. Washington State University Department of Plant Pathology. Pullman, WA, USA.159 p.

ICTV (International Committee on Taxonomy of Viruses). 2019. Taxonomy. <https://talk.ictvonline.org/taxonomy> [Consultado el 29 de abril de 2019].

Iowa State University. 2019. BugGuide.Net. Iowa State University. Department of Entomology. <https://www.ent.iastate.edu/bugguidenet>. [Consultado el 26 de febrero de 2019].

Király, Z., Klement, Z., Solymosy, F. and Voros, J. 1974. *Methods in Plant Pathology: with Special Reference to Breeding for Disease Resistance*. Elsevier Scientific Publishing Company. London, UK. 509 p.

Medical Pharmacology. 2019. Medical Pharmacology Education Website. <https://www.pharmacology2000.com/> [Consultado el 26 de febrero de 2019].

Peters, D. 1998. An update list of plant species susceptible to Tospoviruses. p. 107-110. *In: Peters, D. and Goldbach, R. W. (eds.). Recent Progress in Tospovirus and Thrips Research*. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. Atlas Agroalimentario 2015. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D. F. 220 p.

Venkata Ramana, C., Venkata Rao, P., Prasada Rao, R. D. V. J., Kumar, S. S., Reddy, I. P. and Reddy, Y. N. 2011. Genetic analysis for peanut bud necrosis virus (PBNV) resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Acta Horticulturae* 914:459-463.

Whitfield, A. E., Ullman, D. E. and German, T. L. 2005. *Tospovirus*-thrips interactions. *Annual Review of Phytopathology* 43:459-489.

Yeh, S.-D., Lin, Y.-C., Cheng, Y.-H., Jih, C.-L., Chen, M.-J. and Chen, C.-C. 1992. Identification of tomato spotted wilt-like virus on watermelon in Taiwan. *Plant Disease*. 76:835-840.

Yin, Y. Y., Li, T. T., Lu, X., Gu, Z. L., Zhao, L. L., Guo, M. *et al.* 2016. First Report of Watermelon silver mottle virus infecting tomato in Yunnan, China. *Journal of Plant Pathology* 98(3):677-697.

Zindović, J., Ciuffo, M. and Turina, M. 2014. Molecular characterization of Tomato spotted wilt virus in Montenegro. *Journal of Plant Pathology* 96(1):201-205.

## INNOVACIÓN DE LA COLMENA PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL

Martínez Aguilera Edna<sup>1</sup> y Cobos Corado Olga Isabel<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

<sup>2</sup>Independiente. [olgaicc@hotmail.com](mailto:olgaicc@hotmail.com)

### RESUMEN

Las colmenas de madera requieren tratamiento para evitar el deterioro causado por los factores climáticos y el daño que provocan los organismos vivos; además favorecen la proliferación de plagas que afectan a las abejas y provocan enfermedades difíciles de erradicar. El apicultor debe someterse al peso de los cajones al transportarlos a las salas de extracción. Esta labor pone en riesgo su seguridad y salud. El objetivo principal de la investigación fue reducir los riesgos de salud para las abejas y los apicultores, mediante el Desarrollo de un sistema modular de cajones térmicos y deslizables, que al apilarse pueden formar la cámara de cría o el alza. El material utilizado para elaborar el piso, los cajones y el techo de la Colmena Mariana (patente MX/E/2016/057970), reduce el peso que carga el apicultor al moverlas durante su trabajo en campo y evita los factores ambientales y orgánicos nocivos, haciendo innecesario el tratamiento, proporcionando ambiente térmico y reduciendo las posibilidades de propagación de enfermedades en las abejas. Se determinó el uso de poliuretano, avalado por la ONU como material de bajo impacto Ambiental, por ser aislante térmico, biodegradable, no tóxico, ligero, impermeable, con alta resistencia al impacto y duradero. Al ser moldeable, se elimina el uso de clavos, láminas y cualquier elemento de unión. Se desarrollaron los primeros prototipos y se probaron en cuatro apiarios para su observación y manejo por apicultores. A partir de los resultados observados, se concluye que el material es aceptado por las abejas y su uso en la fabricación de la colmena promueve su salud, el incremento en la producción y la reducción de carga para el apicultor.

**Palabras clave:** Diseño de colmena, apicultor, abejas, poliuretano, biodegradable.

### Introducción

La apicultura es una actividad de suma importancia ecológica a nivel mundial y nacional. De acuerdo con Becerra-Guzmán y Contreras-Escareño (2004), en México, la crianza de las abejas representa un soporte económico importante para la agricultura, debido a la polinización que aquellas realizan sobre los cultivos, lo que favorece la producción de vegetales de calidad de exportación con un valor superior a los 18 mil millones de pesos al año. Tiene además notable importancia socioeconómica; ha habido un incremento en la exportación y un factor primordial para lograr este incremento, fue la implementación, difusión y seguimiento del Programa Nacional de Inocuidad y Calidad de la Miel en México, que promueve la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción, así como las Buenas Prácticas de Manejo y Envasado de Miel” (Claridades Agropecuarias, 2010).

Soto-Muciño *et al.* (2017) indicaron que según los datos proporcionados por la SER-SAGARPA en 2015, en los últimos tres años, México exportó en promedio 123 millones de dólares anuales de este producto; en 2014 se comercializaron 147 millones de dólares, y de acuerdo a Portal Apícola, en 2016 se comercializaron 150 millones de dólares con total de 45 mil toneladas exportadas de miel, lo que coloca la Sanidad apícola como uno de los ejes de estudio de mayor importancia, tanto para la conservación de las abejas, como para la realización de buenas prácticas de producción de miel.

Actualmente las colmenas son fabricadas con madera, lo que implica tala de árboles, alejándolas de ser parte del desarrollo sostenible. Al tratarse de fibras vegetales, las paredes se vuelven transpirables, porque son permeables al vapor; la degradación física se da por las condiciones medioambientales, es factible la condensación en el material (humedad al interior de la colmena) por el deterioro de las prestaciones térmicas del tejido y facilitan la habitación de diversas plagas, organismos xilófagos y virus en la colmena. Por otra parte, el apicultor en su trabajo cotidiano debe someterse al peso de los cajones completos al transportarlos a las salas de extracción, lo que implica riesgos de salud asociados a cargas y a momentos de estatismos postural. Esta labor pone en riesgo la seguridad y salud del trabajador como lo menciona (Villar s.f).

La manipulación manual de cargas puede causar: 1. Trastornos acumulativos debido al progresivo deterioro del sistema musculoesquelético, por la realización continua de actividades de levantamiento y manipulación de cargas, por ejemplo, dolores

dorsolumbares y 2. Traumatismos agudos como cortes o fracturas debidos a accidentes (FACTS, 2007).

Los factores asociados a los trastornos musculoesqueléticos (TME) se clasifican en tres categorías: los que no hay dudas de que son factores causantes, los factores que, sumados a los anteriores incrementan el riesgo, y los que no se conoce con certeza como contribuyen. Los factores que se ha demostrado que se asocian a los TME son: postura de los elementos implicados, fuerza ejercida, repetitividad de las acciones y tiempo de recuperación. El objetivo de la investigación fue reducir los riesgos de salud para las abejas y los apicultores, favoreciendo la sanidad apícola y las buenas prácticas para la producción de miel.

### **Materiales y métodos**

Después de largo tiempo de trabajo con los materiales tradicionales, se determinó la pertinencia de innovar el material de fabricación de la colmena, así como su estructura, creando un nuevo modelo de colmena, patente con Folio MX/u/2016/000360. Se revisaron diversos materiales, buscando cumplir con condiciones de higiene, bajo peso, inoloro, ecológico, durable, poco inflamable e impermeable.

Con la asesoría y desarrollo del Ing. Químico Sergio Martínez Fuentes en cooperación con un proyecto de la Organización de las Naciones Unidas, enfocado en materiales de bajo impacto ambiental, se definió el poliuretano (libre de hidroclorofluorocarbonos) como el material posible para realizar la innovación, ya que se trata de un aislante térmico eficiente y duradero, con gran resistencia al envejecimiento, aún en condiciones climáticas extremas. Es resistente a la humedad y no le afecta la infiltración de aire. A pesar de ser de naturaleza inflamable, la formulación ocupada puede cumplir con exigencias técnicas en protección contra incendios. Con este proyecto se logró la sustitución de 294 toneladas potenciales de agotamiento de ozono de HCFC-141b como agente espumante, a través de nuevas formulaciones como: metil formato, base agua, metilal, ciclopentano, hidrofluoroolefinas o HFO.” (PNUD, s.f).

El nuevo modelo de colmena, que a partir de este momento se identificará como Colmena Mariana es compatible con los modelos de Colmena Dadant y Langstroth, lo que facilita

el intercambio de partes. El diseño estructural fue pensado en facilitar el trabajo del apicultor, reduciendo los movimientos de tipo palanca que se realizan actualmente para despegar y levantar los pisos, cajones, entretapas y techos. Además, la reducción en el peso del material evita las cargas excesivas que son causantes de riesgos de salud.

Gracias a las características propias del material, el diseño permitió eliminar la necesidad de tapa intermedia y de utilizar láminas metálicas en el techo para su protección. Al modificar la diferencia entre cajones, se facilita la adquisición de un solo tipo de cajón (módulo) que, al apilarse puede formar cámaras de cría o alzas y es compatible con los marcos de madera existentes en el mercado. El piso es de uso reversible y resistente a la humedad de la tierra; lo único que requiere es colocarse sobre un área plana o que las piedras o ladrillos comúnmente utilizados para separar la colmena del suelo, no se coloquen al centro del mismo. Al tratarse de un material moldeable, se eliminó la necesidad de utilizar clavos para unir las partes.

Una vez concluido el prototipo (Figura 1), que incluye piso reversible, tres cajones tipo alza (al unir dos de ellos se forma la cámara de cría) y tapa, se iniciaron los trámites de patente con Folio MX/E/2016/057970 y se llevó a pruebas de campo en apiarios de Otumba y Atzacualoya, Estado de México y Acaxochitlán, Hidalgo (zona centro), Iguala de la Independencia y Atoyac de Álvarez, Guerrero (zona sur) y Jalpan, Puebla (zona oriente).



Figura 1. Colmena Mariana.

Se instalaron cuatro Colmenas Mariana completas, y una más en dónde se colocan cajones de alza de Colmena Mariana en combinación con cámaras de cría Dadant. La



ligereza en el peso facilita la manipulación por parte del apicultor al montar la colmena. Los marcos de madera para cámara de cría acoplan perfecto con dos módulos superpuestos y los marcos de madera para alza se colocan sin problema. Se instala una colmena con el núcleo débil, presenta celdillas de cría dispersas, algunas sin opercular, zonas obscurecidas con tendencia marrón e intencionalmente se deja sólo con seis bastidores, uno de ellos prácticamente vacío.

## **Resultados y discusión**

Se observa inmediata aceptación de las abejas al nuevo material, así como mínima propolización, misma que se conserva durante los tiempos que lleva de prueba cada una de las colmenas. Se tuvo un rápido fortalecimiento del núcleo, que en general se mantiene sano e incluso, sin ácaros externos en comparación con otro colocado en una colmena de madera. El núcleo débil tuvo una recuperación significativa sin recibir ningún tipo de tratamiento con sólo el cambio de microclima.

En todos los apiarios, se observó a las obreras produciendo gran cantidad de cera sin formar falsos panales y recolectando néctar, aun cuando la floración ya era baja. Al tener baja propolización y por características propias del material, los marcos no se adhieren a los cajones, como en las colmenas de madera, lo que facilita el manejo y reduce la fuerza que debe aplicar el apicultor para revisarlos o sacarlos de la colmena.

Ante las condiciones medioambientales, el único cambio que se observa en la colmena es obscurecimiento de su color natural. No se encuentra humedad, ni organismos xilófagos y la cantidad de plaga (insectos) es reducida. No hubo invasión de fauna nociva (ratones o cucarachas) en las colmenas.

En uno de los apiarios tras un incendio no controlado, las colmenas de madera quedaron con mayor porcentaje de daño por el fuego, como se puede apreciar en las Figuras 2, 3 4 y 5. El alza de madera aún con tratamiento de cera, quedó completamente dañada externa e internamente la madera se partió y el cajón se abrió en todas sus esquinas y la cámara de cría también sufrió daños.



Figura 2. Vista general del apiario incendiado.

Figura 3. Colmena de madera quemada.



Figura 4. Exterior de una colmena de madera con tratamiento de cera

Figura 5. Daño estructural en una colmena de madera.

Por su parte, la Colmena Mariana presentó mayor resistencia; la esquina que sufrió mayor daño sólo se muestra completamente negra, pero no se observó daño estructural y el interior del módulo no sufrió daño (Figuras 6, 7, 8 , 9 y 10).



Figura 6. Vista de la Colmena Mariana



Figura 7. Esquina con mayor daño en colmena de poliuretano (Colmena Mariana).



Figura 8. Exterior de colmena de poliuretano con mayor área quemada



Figura 9. Interior de Colmena Mariana sin daños visibles.



Figura 10. Interior de Colmena Mariana sin daños estructurales.

## Conclusiones

1. Tomando en consideración la importancia de las abejas no sólo en la producción pecuaria, sino para el medioambiente, así como los esfuerzos de instituciones mundiales, como la Organización de las Naciones Unidas, empeñadas en fortalecer acciones a favor del desarrollo sostenible, es de vital importancia realizar acciones que procuren por el futuro de las abejas y la apicultura. 2. Tras las observaciones en campo realizadas, se puede concluir que la Colmena Mariana aún en diferentes condiciones ambientales, permite manejar un microclima estable al interior de la colmena, reduce la propolización, evita los falsos panales, favorece el fortalecimiento de los núcleos, elimina la existencia de humedad al interior de la colmena, evita la existencia de organismos xilófagos y de fauna nociva entre otros, por lo que mantiene los núcleos generalmente sanos. 3. El manejo es más ligero para el apicultor,. Se reducen considerablemente los pesos que tiene que cargar y las fuerzas que debe aplicar para llevar a cabo su labor. 4. La Colmena Mariana permite reducir factores de riesgo sanitario para todos los integrantes de la actividad (abejas y apicultores), lo que a su vez, conlleva a buenas prácticas de producción de miel y otros productos.

## Literatura consultada

Becerra-Guzmán, F. J. y Contreras-Escareño, F. 2004. La importancia de la apicultura en México. *Imagen Veterinaria* 4(1):10-15. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/imavet/v4n1a04/v4n1a04.pdf> [Consultado el 23 de marzo de 2017].

Claridades Agropecuarias. 2010. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. <https://info.aserca.gob.mx/claridades/revistas/199/ca199-3.pdf> [Consultado el 23 de marzo de 2017].

FACTS (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo). 2007. Riesgos asociados a la manipulación manual de cargas en el lugar de trabajo.

<https://osha.europa.eu/es/publications/factsheets/73> [Consultado el 25 de marzo de 2017].

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). Eliminación de HCFC-141b en la aplicación de espumas de poliuretano para piel rígida e integral, a través de las Casas del Sistema y sus clientes locales en México.

[http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/operations/projects/environment\\_and\\_energy/eliminacion-de-hcfc-141-en-aplicaciones-de-espumas-de-poliuretan.html](http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/operations/projects/environment_and_energy/eliminacion-de-hcfc-141-en-aplicaciones-de-espumas-de-poliuretan.html)

[Consultado el 20 de abril de 2017].

Soto-Muciño, L. E., Elizarraras-Baena, R. y Soto-Muciño, I. 2017. Situación apícola en México y perspectiva de la producción de miel en el Estado de Veracruz”, Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial 3(7): 40-64.

[http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Estrategias\\_del\\_Desarrollo\\_Empresarial/vol3num7/Revista\\_de\\_Estrategias\\_del\\_Desarrollo\\_Empresarial\\_V3\\_N7\\_5.pdf](http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial/vol3num7/Revista_de_Estrategias_del_Desarrollo_Empresarial_V3_N7_5.pdf)

[Consultado el 21 de mayo de 2017].

Villar F., F. s.f. La carga física de trabajo. Gobierno de España. Ministerio de Trabajo y Economía Social. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

<https://www.insst.es/documents/94886/524420/La+carga+f%C3%ADsica+de+trabajo/9ff0cb49-db5f-46d6-b131-88f132819f34> [Consultado el 12 de marzo de 2017].



## CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y MOLECULAR DE SIETE ESPECIES DEL GÉNERO *Cuscuta* (Convolvulaceae) EN MÉXICO

Monroy Martínez Sonia<sup>1\*</sup>, Segura León Obdulia Lourdes<sup>2</sup>, García Ávila Clemente de Jesús<sup>1</sup> y Alvarado Rosales Dionicio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. sonia.monroy@senasica.gob.mx

<sup>2</sup>Posgrado en Fitosanidad-Fitopatología. Colegio de Postgraduados Montecillo.

### RESUMEN

La importancia del diagnóstico fitosanitario radica principalmente en la correcta identificación de los especímenes, que permite conocer el género y especie a la que corresponden, especialmente cuando se trata de plagas cuarentenarias. *Cuscuta* spp., son plantas parásitas, que afectan a sus hospedantes, ocasionándoles finalmente la muerte, lo cual se refleja en graves daños y pérdidas económicas. La identificación de las especies del género *Cuscuta* se ha basado en métodos morfológicos tradicionales; sin embargo, la determinación a nivel de especie es compleja por la metodología y los tiempos que implica. El objetivo del presente trabajo fue elaborar el perfil genético de siete especies del género *Cuscuta* presentes en México, para su identificación mediante el uso de los marcadores moleculares ITS y trnL-F, así como elaborar una galería fotográfica que incluya sus características morfológicas, como apoyo al proceso de identificación y diagnóstico de plagas de importancia económica. Se usaron las especies de *Cuscuta campestris*, *C. chinensis* var. *applanata*, *C. tinctoria*, *C. costaricensis*, *C. corymbosa* var. *stylosa*, *C. mitriformis*, y *C. indecora* que se tenían depositadas el herbario del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Se identificaron las especies con las claves taxonómicas, medición de estructuras y comparación de ejemplares, así mismo, se realizó la identificación molecular con los marcadores moleculares ITS y trnL-F; los fragmentos se amplificaron y se secuenciaron, con lo que se realizó un análisis filogenético. Se identificaron 59 ejemplares de siete especies de *Cuscuta*, distribuidas en 12 estados de la república, además de la obtención de nuevos reportes de presencia de especies en estados y cultivos de los que no se tenía registro.

**Palabras clave:** Alfalfa, *Cuscuta tinctoria*, herbario, PCR, trnL-F.

## Introducción

Las plantas parásitas (como las del género *Cuscuta*), se caracterizan por la reducción o modificación de estructuras vegetativas; las hojas se reducen a escamas y las raíces desaparecen y se reemplazan por haustorios. Se encuentran en al menos 13 familias, con aproximadamente 4,000 especies (1% de plantas angiospermas) (Stefanović *et al.*, 2007). El término parásita, se refiere a organismos que se alimentan de los hospederos, manteniéndolos vivos hasta que han completado su ciclo de vida. La mayor diversidad de especies de *Cuscuta* se encuentra en América (Yuncker, 1932), principalmente en regiones con clima cálido y húmedo, en donde parasitan plantas dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas (Dawson *et al.*, 1994); algunas especies pueden ser muy específicas con su hospedante, mientras que otras tienen un amplio rango de éstos. La identificación de las especies del género *Cuscuta*, se realiza mediante el uso de claves taxonómicas con base en las características morfológicas: tamaño, forma, color, tipo de hojas, flores, frutos, semillas, entre otras (Cullen, 2006), siendo más importantes para su identificación, las de los órganos reproductivos; una vez identificadas las especies, se puede generar un perfil genético con base en marcadores moleculares, que permita más adelante su identificación en cualquier estado fenológico. Por lo anterior y la necesidad de elaborar materiales didácticos que permitan la identificación *in situ*, además, de conocer la distribución de algunas especies que se encuentran en el país, el objetivo del presente trabajo fue elaborar el perfil genético de siete especies del género *Cuscuta* presentes en México, para su identificación mediante el uso de los marcadores moleculares ITS y trnL-F, así como elaborar una galería fotográfica que incluya sus características morfológicas, como apoyo al proceso de identificación y diagnóstico de plagas de importancia económica.



## **Materiales y métodos**

### **Caracterización morfológica**

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Roedores, Aves y Malezas, en las instalaciones del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF) de la Dirección General de Sanidad Vegetal. En primer lugar, se seleccionaron 59 ejemplares con presencia de estructuras florales, que se encontraban parasitando cultivos de importancia agrícola o forestal, en diversos estados de la República Mexicana. La identificación de los especímenes se realizó con base a lo reportado por Yuncker (1932); Carranza (2008); Costea y Tardif (2006); Costea *et al.*, (2006, 2011, 2011a, 2012, 2013), además de Riviere *et al.*, (2013); Welsh *et al.*, (2010) y Wright *et al.*, (2012), mediante la observación de las estructuras florales (cáliz, corola, escamas infraestaminales, estilos, estigmas, cápsula y semillas) en un microscopio estereoscopio Stemi 2000-C, siguiendo la metodología de Wright (2011).

Con la cámara fotográfica AxioCam ERc5s y el software ZEN 2012 blue edition se tomaron fotografías de estas características, utilizando diferentes aumentos, según el tamaño de las estructuras. Las fotografías de las estructuras de la flor fueron ensambladas mediante el programa CombineZP 1.0 (Hadley, 2006), con la finalidad de obtener una sola fotografía de cada estructura. Se usó el programa GIM 2.10.0 para editar las fotografías y agregar la escala milimétrica; así mismo, se consultaron ejemplares de colección determinados por el Dr. Mihai Costea especialista de este género, del Departamento de Biología de la Universidad Wilfrid Laurier, en Ontario, Canadá. También se observaron ejemplares escaneados de los herbarios MEXU del Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM) y el New York Botanical Garden Steere Herbarium (NYBG).

### **Selección de ejemplares, extracción de DNA e identificación molecular**

Se seleccionaron 21 ejemplares de siete especies de *Cuscuta* del herbario del CNRF identificados taxonómicamente, los marcadores moleculares para la identificación de las especies fueron ITS y trnL-F, con base en las investigaciones de Costea y Stefanovic (2010) y Costea *et al.* (2011), quienes buscaron generar la relación filogenética entre especies del género *Cuscuta*. La extracción de DNA se realizó por el método de CTAB

(Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide) (Doyle y Doyle, 1987) modificado. La amplificación de los marcadores ITS y TRNL-FL se realizó mediante la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). La secuencia de los oligonucleótidos se puede observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Secuencias de los oligonucleótidos utilizados para la amplificación de las regiones trnL-F e ITS en *Cuscuta*.

Marcador molecular	Secuencia de los oligonucleótidos	Autores
ITS	ITS1 5'- TCCGTAGGTGAACCTGCGG3' ITS4 5'- TCCTCCGCTTATTGATATGC3'	White <i>et al.</i> , 1990
trnL-F	C 5'- CGAAATCGGTAGACGCTACG-3' F 5'-ATTTGAACTGGTGACACGAG 3'	Taberlet <i>et al.</i> , 1991

### Análisis filogenético

El análisis filogenético se realizó de forma independiente para cada uno de los marcadores, y de concatenada con las siete especies de *Cuscuta* de este trabajo, más secuencias relacionadas presentes en el Banco de Genes GenBank del NCBI. El análisis se realizó en el programa Mega 7<sup>MR</sup> (Kumar *et al.*, 2016). El análisis concatenado de las regiones ITS y trnL-F, se realizó para mejorar la resolución los grupos y para comprobar la robustez y confiabilidad de éstas.

## Resultados y discusión

### Caracterización morfológica

Se identificaron siete especies de *Cuscuta*:

1. *C. campestris* Yunck.
2. *C. chinensis* var. *applanata* (Engelm.) Costea & Stefanov.
3. *C. corymbosa* var. *stylosa* (Choisy) Engelm.
4. *C. costaricensis* Yunck.
5. *C. indecora* Choisy
6. *C. mitriformis* Engelm. ex Hemsl.
7. *C. tinctoria* Mart. ex Engelm.

En la Figura 1 se muestran las escamas infraestaminales, una de las estructuras florales utilizadas para la identificación morfológica de las siete especies del género *Cuscuta*.

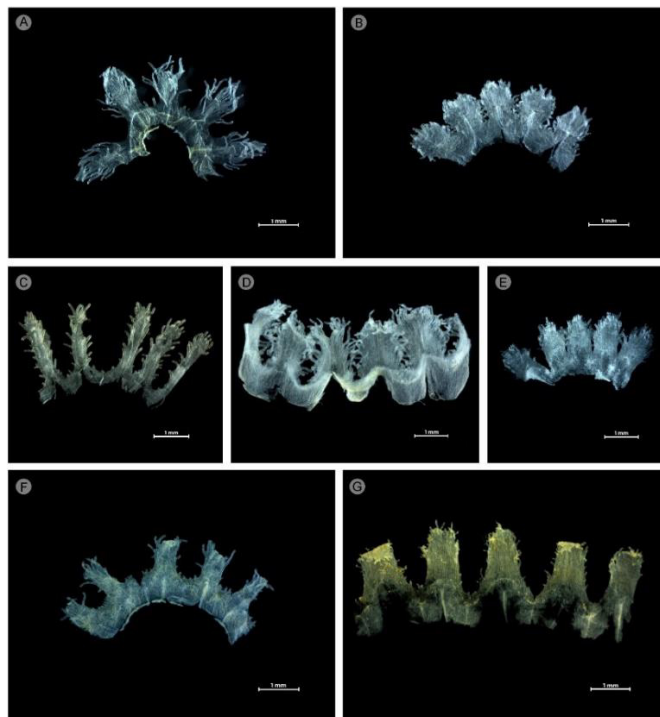


Figura 1. Escamas infraestaminales. A). *C. campestris* Yunck., B). *C. chinensis* var. *applanata* (Engelm.) Costea y Stefanov., C). *C. corymbosa* var. *stylosa* (Choisy) Engelm., D). *C. indecora* Choisy, E). *C. costaricensis* Yunck., F). *C. mitriformis* Engelm. Ex Hemsl. y G). *C. tinctoria* Mart. ex Engelm. A-G = 1 mm.

La distribución de *C. campestris*, *C. chinensis* var. *applanata*, *C. corymbosa* var. *stylosa*, *C. indecora*, *C. costaricensis*, *C. mitriformis* y *C. tinctoria* en cultivos agrícolas y árboles forestales en los estados de Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Zacatecas, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro, Hidalgo, Estado de México, Ciudad de México, Morelos y Puebla, se señala en la Figura 2.

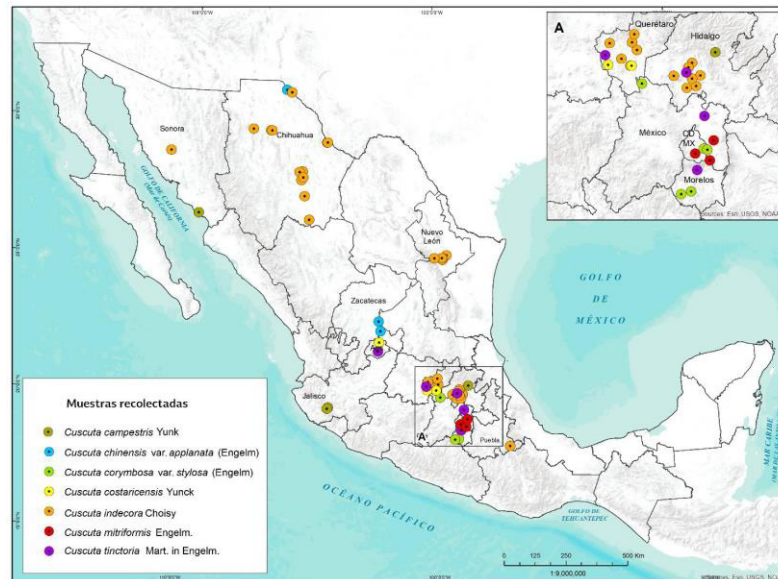


Figura 2. Distribución geográfica de las especies de *Cuscuta* recolectadas en cultivos de importancia agrícola y árboles forestales en México.

Aunque, como indican Costea y Stefanović (2009), Costea *et al.* (2009a), Costea (2010) y Braukman *et al.* (2012), algunas especies deben de conservarse, ya que son especies endémicas, también debe tomarse en consideración, que otras están afectando a cultivos, por lo que deberían eliminarse. Algunas especies sólo se encontraron una vez en esos cultivos, pero otras, como *C. indecora*, tuvo un mayor número de recolectas en el cultivo de alfalfa, posiblemente derivado de la importación de semillas con origen en Australia, Estados Unidos y España. Además, existen reportes de productores y una campaña contra malezas reglamentadas que se realiza en todos los estados de la república.

### Identificación molecular

Los 21 ejemplares de las siete especies se amplificaron satisfactoriamente con los marcadores ITS y trnL-F. Sin embargo, la amplificación con ITS1/ITS4 fue menos

eficiente que la de trnL-F, ya que se tuvo una variación de 60%, por lo que se tuvo que repetir el proceso para ocho ejemplares; esta variación no se relacionó con la antigüedad de las muestras, ya que los ejemplares se habían recolectado hacía uno, tres o cinco años. Las razones de esta variación podrían estar relacionadas con el deterioro y fraccionamiento que tuvo el DNA de estos ejemplares de herbario.

La reconstrucción de la filogenia para cada una de las regiones se realizó con 41 secuencias de género *Cuscuta*; en cada caso se integró una secuencia más de *Merremia peltata* (KP261989.1) como grupo de comparación para ITS y *Merremia peltata* (KP236677.1) para trnL-F. El modelo de sustitución para ITS fue Tamura Nei y para trnL-F, el modelo 3 parámetros de Tamura; con estos modelos se reconstruyó la filogenia con base en ML, búsqueda de árboles heurística con NNI y eliminación parcial de sitios con espacios y 1,000 repeticiones de Bootstrap.

Los resultados de ambas regiones forman siete clusters o grupos que corresponden a las especies analizadas, por lo que el uso de estos marcadores se puede utilizar para la diferenciación de las mismas, independientemente si éstas presentan variación interespecífica, aunque el soporte de las ramas es mejor para ITS, que para trnL-F. En ITS el soporte de las ramas para *C. indecora*, *C. tinctoria* y *C. costaricensis* es de 100%, para *C. chinensis* de 99%, *C. campestris* de 98%, *C. mitriformis* de 87% y *C. corymbosa* var. *stylosa* de 86%; para esta última especie, los ejemplares que se trabajaron morfológicamente y molecularmente presentan mayor similitud con esta variedad, que con *C. corymbosa* var. *grandiflora*, ya que las flores observadas midieron aproximadamente 3.4 mm y las flores de *C. corymbosa* var. *grandiflora* miden 4.0 mm; además, el cáliz observado era más corto que la mitad del tubo de la corola, y las escamas llegaban a la mitad de la corola, características destacadas para la diferenciación entre estas dos variedades. En el árbol los ejemplares de *C. indecora* están relacionados con las especies *C. indecora* var. *attenuata* y *C. indecora* var. *neuropetala*, por lo que para determinar con precisión a qué variedad pertenecen, se podría trabajar con otros marcadores moleculares en plantas, como matk, rbcL y 26S.

## Conclusiones

1. Dentro de las identificaciones realizadas mediante morfología, se puede concluir que los ejemplares pertenecían a las especies de *C. campestris*, *C. chinensis* var. *applanata*, *C. corymbosa* var. *stylosa*, *C. indecora*, *C. costaricensis*, *C. mitriformis* y *C. tinctoria*. 2. Las características que ayudaron a realizar la identificación de las especies fueron: cáliz, corola, escamas infraestaminales y la cápsula, ya que de acuerdo con las medidas y formas es más fácil distinguir las diferencias existentes entre las especies. 3. Las regiones de ITS y trnL-F permitieron la diferenciación de siete especies de *Cuscuta*, acortando los tiempos de respuesta en comparación con el diagnóstico clásico. 4. El análisis polimórfico de las regiones de ITS y trnL-F señalan variabilidad dentro y entre las especies.

## Literatura citada

Braukmann T., Kuzmina, M. and Stefanović, S. 2012. Plastid genome evolution across the genus *Cuscuta* (Convolvulaceae): two clades within subgenus *Grammica* exhibit extensive gene loss. *Journal of Experimental Botany* 64(4):977-989.

Carranza, E. 2007. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Convolvulaceae II. Fascículo 155. Instituto de Ecología A. C. Pátzcuaro, Mich., Mexico. 129 p.

Costea, M., Felger, R. S., Austin, D. F., Van Devender, T. R. and Sánchez-Escalante, J. J. 2012. Convolvulaceae of Sonora, México. II: *Cuscuta*. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 6(2):529-550.

Costea, M., García, I. R., Dockstader, K. and Stefanović, S. 2013. More problems despite bigger flowers: Systematics of *Cuscuta tinctoria* clade (subgenus *Grammica*, Convolvulaceae) with description of six new species. *Systematic Botany* 38(4):1160-1187.

Costea, M., Garcia, R. and Stefanović, S. 2011a. Systematics Horned' dodders: phylogenetic relationships and two new species within *Cuscuta chapalana* complex (Convolvulaceae). *Botany* 89:715-730.

Costea, M., Nesom, G. L. and Stefanović, S. 2006. Taxonomy of *Cuscuta indecora* complex. *Sida* 22:176-195.

- Costea, M., Spence, I. and Stefanović, S. 2011b. Systematics of *Cuscuta chinensis* species complex (subgenus *Grammica*, Convolvulaceae): evidence for long-distance dispersal and one new species. *Organisms Diversity & Evolution* 11:373-386.
- Costea, M. and Stefanović, S. 2009. *Cuscuta jepsonii* (Convolvulaceae): An invasive weed or an extinct endemic. *American Journal of Botany* 96:1744-1750.
- Costea, M. and Stefanović, S. 2010. Evolutionary history and taxonomy of the *Cuscuta umbellate* complex (Convolvulaceae): Evidence of extensive hybridization from discordant nuclear and plastid phylogenies. *Taxon* 59(6):1783-1800.
- Costea, M. and Tardif, F. J. 2006. Biology of Canadian weeds. *Cuscuta campestris* Yuncker, *C. gronovii* Willd. ex Schult, *C. umbrosa* Beyr. ex Hook, *C. epithymum* (L.) L. and *C. epilinum* Weihe. *Canadian Journal of Plant Sciences* 86:293-316.
- Cullen, J. 2006. *Practical Plant Identification: Including a Key to Native and Cultivated Flowering Plants in North Temperate Region*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 372 p.
- Dawson, J. H, Musselman, L. J, Wolswinkel, P. and Dorr, I. 1994. Biology and control of *Cuscuta*. *Reviews of Weed Science* 6:265-317.
- Doyle, J. J. and Doyle, J. L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19:11-15.
- Hadley, A. 2006. Combine ZMCZ Batch - Free image stacking software for depth of field correction. <http://www.hadleyweb.pwp.blueyonder.co.uk/>
- Kumar, S., Stehcer, G. and Tamura, K. 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis. Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Biology and Evolution* 33(7):1870-1874.
- Riviere, S., Clayson, C., Dockstader, K., Wright, M. A. R. and Costea, M. 2013. To attract or to repel? Diversity, evolution and role of the “most peculiar organ” in the *Cuscuta* flower (dodder, Convolvulaceae) the infrastaminal scales. *Plant Systematics and Evolution* 299:529-552.

- Stefanović, S., Kuzmina, M. and Costea, M. 2007. Delimitation of major lineages within *Cuscuta* subgenus *Grammica* (Convolvulaceae) using plastid and nuclear DNA sequences. *American Journal of Botany* 94(4):568-589.
- Taberlet P., Gielly, L., Pautou, G. and Bouvet, J. 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Molecular Biology* 17:1105-1109.
- Welsh, M., Stefanović, S. and Costea, M. 2010. Pollen evolution and its taxonomic significance in *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae). *Plant Systematics and Evolution* 285: 83-101.
- White, T. J., Bruns, T. D., Lee, S. B., Taylor, J. W., White, T. J., Brüns, T. *et al.* 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. p. 315-322. *In: Innis, M. A., Gelfand, D. H., Sninsky, J. J. and White, T. J. (eds.). PCR Protocols: a Guide to Methods and Applications. Academic Press. London, UK.*
- Wright, M. 2011. The evolution of sexual reproduction in *Cuscuta* (Convolvulaceae). Master of Sciences Theses. Wilfrid Laurier University. Ontario, Canada. 168 p.
- Wright, M. A. R., Ianni, M. D. and Costea, M. 2012. Diversity and evolution of pollen-ovule production in *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae) in relation to floral morphology. *Plant Systematics and Evolution* 298:369-389.
- Yuncker, T. G. 1932. The genus *Cuscuta*. *Memoirs of the Torrey Botanical Club* 18:113-331.



## EFFECTO DEL CONSUMO DE FIBRA SOBRE LA CALIDAD DEL CALOSTRO Y CRECIMIENTO DE BECERROS

Zárate Martínez Juan Prisciliano<sup>1\*</sup>, Ríos Utrera Ángel<sup>1</sup>, Juárez Lagunes Francisco  
Indalecio<sup>2</sup>, Montero Lagunes Maribel<sup>1</sup> y Fragosos islas Abraham<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias  
zarate.juan@inifap.gob.mx

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana.

### RESUMEN

El objetivo de este experimento fue evaluar la producción de vacas cruzadas *Bos taurus* x *Bos indicus*, alimentadas con dos niveles de FDN y su efecto sobre la calidad del calostro y el crecimiento de sus becerros durante los primeros tres meses de vida. Se utilizaron 27 vacas. Veintiún días antes del parto, las vacas se asignaron a dos tratamientos: T1 = 4.5 kg de concentrado/vaca/d y T2 = 3.0 kg de concentrado/vaca/d, y forraje *ad libitum*. La calidad del calostro se evaluó con un calostrómetro, clasificando la calidad del calostro en alta (101 a 125 g/L de IgG), moderada (51 a 100 g/L) y baja (25 a 50 g/L). Las vacas del T2 consumieron más FDN ( $p<0.05$ ) que las vacas del T1 (38 vs 44% de la dieta). El incremento en el consumo de forraje, hasta donde la FDN permitió, logró compensar el aporte de EM y PM, siendo similares para ambos tratamientos durante los primeros 15 días antes del parto. Las vacas del T2 intentaron compensar el déficit de nutrientes consumiendo más forraje (6.25 vs 7.37 kg de MS/d). La PM siempre fue deficiente durante la lactación para T1 y T2. Suplementar de 3.0 a 4.5 kg de concentrado con 16% de PC y asegurando un consumo voluntario de entre 13.4 y 13.7 kg a partir de 21 días antes del parto, no resultó en un calostro de mayor calidad. Sin embargo, el T2 produjo un calostro de calidad moderada y mayores ( $p<0.05$ ) ganancias diarias de peso en las crías.

**Palabras clave:** Consumo voluntario, periodo de transición, crecimiento de becerros, mortalidad posnatal.

### Introducción

Una suplementación o nutrición inadecuada durante la estación seca del año, genera una disminución de inmunoglobulinas (Ig's) en el calostro, lo que influye sobre la absorción de las mismas en la cría (Orskov, 1990). Un calostro de buena calidad se produce en vacas con un estado nutricional adecuado, siendo la energía y los aminoácidos algunos de los nutrientes más importantes en el desarrollo de los componentes del sistema inmune (Dawson *et al.*, 1999). En la mayoría de las ganaderías tropicales, la crianza del becerro se le deja a la vaca; es decir, el becerro es amamantado por la madre, permaneciendo con ella más allá de su secado. Es sabido que una vaca de doble propósito que se ordeña y alimenta a su cría al mismo tiempo, criará un becerro desnutrido (Gil, 2018). En realidad, el cuidado del becerro debe comenzar antes del parto, suplementando a la vaca con alimentos de alto contenido energético y vacunándola contra las enfermedades que más afectan a los terneros (Román *et al.*, 2009).

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el efecto que tiene una alimentación con dos niveles de suplementación (T1 y T2) en vacas de doble propósito, desde 21 días antes del parto, sobre el consumo de materia seca, la calidad del calostro y la producción de leche de la vaca, así como sobre la ganancia diaria de peso, el peso corporal y la mortalidad de sus crías durante los primeros tres meses posparto.

## **Materiales y métodos**

### **Localización**

El estudio se realizó de agosto de 2017 a febrero de 2019 en el Campo Experimental La Posta del INIFAP, ubicado en Paso del Toro, municipio de Medellín, Veracruz, México, a 16 m sobre el nivel del mar. Se localiza a 19°02' de Latitud Norte y 96°08' de Longitud Oeste. El clima de la región es Aw, caliente, subhúmedo, con temperatura y precipitación promedio anual de 25°C y 1,461 mm, respectivamente, y humedad relativa de 75% (García, 2004).

### **Periodo de adaptación**

Del día 30 al día 15 del período preparto, a todas las vacas se les ofreció una cantidad fija de concentrado (2 kg) con 16% de PC y 70% de TND y heno de pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent) a libertad.

### **Tratamientos**

Quince días antes de la fecha probable de parto, las vacas se asignaron aleatoriamente a dos tratamientos: T1 = 4.5 kg de concentrado/vaca/d y T2 = 3.0 kg de concentrado/vaca/d, en forma alternada, hasta completar 14 y 13 repeticiones en T1 y T2, respectivamente. El forraje se ofreció a libertad; se pesó lo ofrecido y al día siguiente, el sobrante. Por diferencia entre lo ofrecido y el sobrante, se estimó el consumo voluntario de forraje por día, de acuerdo con el requerimiento nutricional de las vacas, estimado con el Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) con base en la producción de leche (Fox *et al.*, 1999).

### **Manejo de vacas y crías**

Al parir, las vacas se ordeñaron una vez al día, en la mañana, con el apoyo del becerro. Ocho horas después del ordeño, se permitió que los becerros mamaran a libertad durante una hora. El peso, así como la condición corporal (CC; escala 1 a 9) de las vacas, se midió cada 14 días. La producción de leche se calculó diariamente, mientras que la composición de la leche (grasa, proteína y lactosa) se estimó cada 28 días con un equipo MilkScanner. Las crías se pesaron al nacimiento, y al primer, segundo y tercer mes de vida con una báscula digital, marca TRU-TEST®, modelo EW5.

### **Análisis de composición química de los alimentos**

El contenido de nutrientes en la dieta se determinó tomando cada tres meses muestras de forraje y concentrado ofrecidos durante el período experimental, para realizar análisis de composición química. Para concentrado y forraje, se tomaron dos muestras de 500 g c/u; una muestra se secó a 100°C durante 24 h para determinar contenido de materia seca (MS), y la otra se secó a 55°C hasta obtener peso constante. Esta última se molió

en un molino Wiley (Model 4, Arthur H. Thomas Co., Philadelphia, PA, USA) con malla de 1 mm. Se determinó MS, cenizas, grasa, proteína cruda y las fracciones de FDN, FDA y lignina, así como las fracciones de nitrógeno mediante el método estandarizado (Van Soest *et al.*, 1991), de acuerdo con la estructura del CNCPS (Fox *et al.*, 1999).

### **Análisis estadísticos**

El diseño experimental fue completamente al azar. Consumo de ensilado, rechazo de ensilado, consumo de materia seca del ensilado, consumo total de materia seca (ensilado más concentrado), condición corporal y peso corporal de las vacas se analizaron con PROC GLM de SAS (SAS Institute Inc., 2011), con un modelo preliminar que incluyó los efectos de tratamiento, genotipo de la vaca, edad de la vaca al parto (covariable), peso corporal de la vaca al parto (covariable) y las interacciones de dos factores entre los efectos principales. El modelo definitivo incluyó los efectos principales (tratamiento y genotipo) más las covariables e interacciones que resultaron significativas ( $P < 0.05$ ) en los análisis preliminares. Peso al nacimiento, peso al primero, segundo y tercer mes de vida y ganancia diaria de peso del nacimiento al primer mes de vida, del primer al segundo mes de vida, y del segundo al tercer mes de vida se analizaron con el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute Inc., 2011), con un modelo estadístico preliminar que incluyó tratamiento, año de nacimiento, época de nacimiento, sexo del becerro, las interacciones de primer orden (de dos factores) entre los efectos principales, y el peso (kg) y la edad de la vaca al parto (días), como covariables. El modelo definitivo incluyó todos los efectos principales, más las interacciones y covariables que resultaron significativas ( $P < 0.05$ ). La calidad del calostro también se analizó con el procedimiento GLM del paquete SAS (SAS Institute Inc., 2011), con un modelo estadístico que incluyó el efecto fijo de tratamiento. En un análisis preliminar se incluyó el genotipo de la vaca como efecto categórico y la edad de la vaca y la condición corporal al parto como covariables; sin embargo, dichos efectos no fueron significativos ( $p > 0.05$ ), por lo que no se incluyeron en el modelo definitivo.

## Resultados y discusión

### Alimentación y consumo voluntario (FDN)

Comparando los tratamientos, el consumo de materia seca de forraje fue mayor ( $P < 0.05$ ) para el T2; las vacas con nivel bajo de concentrado, comieron más forraje que las vacas con nivel alto de concentrado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar de consumo de forraje (CFO), rechazo de forraje (RFO) en base húmeda, consumo de materia seca de forraje (MSF), consumo total de materia seca (forraje + concentrado; MST), condición corporal (COC) y producción de leche por día (PLD) de vacas de doble propósito, por tratamiento.

Tratamiento	Característica					
	CFO (kg)	RFO (kg)	MSF (kg)	MST (kg)	COC (unidades)	PLD (kg)
1	40.7 ± 0.8 <sup>a</sup>	5.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	9.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	13.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	3.1 ± 0.05 <sup>a</sup>	6.6 ± 0.4 <sup>a</sup>
2	40.5 ± 1.2 <sup>a</sup>	5.2 ± 0.5 <sup>a</sup>	10.3 ± 0.4 <sup>b</sup>	13.7 ± 0.4 <sup>a</sup>	3.2 ± 0.07 <sup>a</sup>	6.1 ± 0.6 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>Medias con distinta literal son diferentes ( $P < 0.01$ ).

Durante los primeros 15 días antes del parto las vacas del T2 consumieron más ( $P < 0.05$ ) que las vacas del T1. El incremento en el consumo de forraje hasta donde la FDN permitió, logró compensar el aporte de EM y PM, el consumo de FDN en porcentaje de la dieta para los tratamientos fueron T1 =  $38 \pm 3.3$  y T2 =  $44 \pm 3.2\%$  ( $P < 0.05$ ). La primera variable fisiológica que se modifica al inicio de la lactación es la condición corporal. Las vacas del T2 presentaron menor condición corporal que las vacas del T1, consecuencia de mayor utilización de recursos energéticos corporales para soportar la lactación, debido, en parte, a un limitado consumo de MS de las vacas del T2 con respecto al de las vacas del T1. La condición corporal del T1 fue de  $4.5 \pm 0.73$  y del T2 de  $4.0 \pm 0.94$ .

### Crecimiento de las crías del nacimiento a los tres meses de edad

El peso al nacimiento de los becerros no fue diferente entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, el peso a los dos meses (PM2) fue a favor ( $P < 0.05$ ) del T1 (Cuadro 2). Estos resultados dejan ver claramente que, el efecto de un mayor consumo de alimento

concentrado desde antes del parto tiene un efecto directo sobre el crecimiento del neonato (Orskov, 1990). Año de nacimiento (A) sólo fue significativo (P=0.0019) para GDP2, pero sexo (S) fue significativo para GDP1 (P=0.0001) y PM3 (P=0.0237). Las interacciones TxA, TxE y TxS, fueron significativas para PN (P=0.0017), GDP3 (P=0.0002) y GDP1 (P=0.0001).

### **Calidad de calostro y mortalidad de las crías**

Los resultados encontrados en este trabajo no pudieron mostrar (P>0.05) que, una alimentación como la del T1, con una suplementación con mayor concentrado desde 21 días antes del parto, logran imponer una diferencia en la calidad (T1 = 36.25 ± 10.98), considerado como baja calidad de calostro producido por vacas doble propósito vs las del T2 (68.75 ± 10.98), donde tuvieron un mayor (P<0.05) aporte de MS del forraje (Cuadro 3).

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar (kg) para peso al nacimiento (PN), ganancia diaria de peso del nacimiento al primer mes de vida (GDP1), peso al primer mes de vida (PM1), ganancia diaria de peso del primero al segundo mes de vida (GDP2), peso al segundo mes de vida (PM2), ganancia diaria de peso del segundo al tercer mes de vida (GDP3) y peso al tercer mes de vida (PM3) de becerros de doble propósito, por tratamiento (T).

T	PN	GDP1	PM1	GDP2	PM2	GDP3	PM3
1	37.4 ± 2.4 <sup>a</sup>	0.795 ± 0.07 <sup>a</sup>	57.4 ± 2.8 <sup>a</sup>	0.595 ± 0.05 <sup>a</sup>	82.4 ± 4.1 <sup>a</sup>	0.409 ± 0.07 <sup>a</sup>	77.3 ± 4.2 <sup>a</sup>
2	36.1 ± 1.9 <sup>a</sup>	0.481 ± 0.09 <sup>b</sup>	57.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	0.694 ± 0.05 <sup>a</sup>	71.7 ± 3.6 <sup>b</sup>	0.339 ± 0.07 <sup>a</sup>	89.5 ± 5.4 <sup>a</sup>

Cuadro 3. Medias de cuadrados mínimos y sus errores estándar (EE) para la calidad del calostro de vacas de doble propósito y tasa de mortalidad en sus crías durante los primeros tres meses de vida, por tratamiento.

Tratamiento	Media Calostro $\pm$ EE	Mortalidad (%)
1	36.25 $\pm$ 10.98 <sup>a</sup>	6.66 <sup>a</sup>
2	68.75 $\pm$ 10.98 <sup>b</sup>	3.33 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Medias con distinta literal son diferentes ( $P < 0.05$ ).

Es notorio el esfuerzo que hacen las vacas con nivel alto de consumo de forraje (dado que el consumo de concentrado está restringido por motivos experimentales). El valor de un forraje en la producción animal depende más de la cantidad consumida, que de su composición química (Allen *et al.*, 2009). El consumo voluntario se debe conocer o

<sup>a,b</sup> Medias con diferente literal dentro de columna son diferentes ( $P < 0.01$ ).

predecir para determinar la proporción de sus requerimientos que pueden ser cubiertos vía forrajes de baja calidad y así se pueda calcular la cantidad de concentrado complementario por día. Un claro entendimiento de los factores que regulan a corto plazo (cantidad consumida) y a largo plazo (grasa corporal), el apetito y el consumo voluntario del alimento, el cual está controlado por las necesidades fisiológicas en las que el animal se encuentra.

El nivel de concentrado en el T1 favoreció siempre mayor disponibilidad de EM y PM. Sin embargo, al comparar estos resultados para los datos de crecimiento de las crías hubo diferencias ( $P < 0.05$ ) a favor en la GDP1 para T1 y en calidad de calostro para T2, respectivamente, como se verá más adelante en los resultados de crecimiento de las crías y calidad del calostro.

Es bien conocido que el calostro de buena calidad se produce por vacas con un estado nutricional adecuado, siendo la energía y los aminoácidos algunos de los nutrientes más

importantes en el desarrollo de los componentes del sistema inmune. Existe un consenso de que una buena inmunidad se logra cuando las crías alcanzan un mínimo de 10 mg de IgG por mL de suero sanguíneo. Concentraciones en el suero de menos de 5 mg/mL de IgG son evidencia de una falla en la transferencia de inmunidad pasiva.

Las crías con niveles menores a 10 mg/mL tienen el doble de mortalidad que las que tienen niveles iguales o mayores, además de ser más sensibles a diarreas y neumonías (Andresen, 2008). Por lo anterior, es posible que se deba prevenir un mejor estado nutricional de las vacas durante su período seco, mucho antes de los 21 días posparto, para lograr tener una mayor calidad de calostro. Sin embargo, el que el T2 tuviera una calidad de calostro mayor que el T1 ( $P < 0.05$ ), puede indicar que un mayor contenido de MS proveniente del forraje influye directamente sobre la calidad del calostro en vacas cruzadas del trópico.

No se observó una diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) en mortalidad de las crías, del nacimiento a los tres meses de vida ( $T1 = 6.66\%$  y  $T2 = 3.33\%$ ) en los tratamientos, aunque el porcentaje de mortalidad fue la mitad exactamente para el T2, el cual tuvo la mejor calidad de calostro, pero principalmente, esta diferencia se atribuye al manejo del cuidado y alimentación de las crías, ya que en T1 y T2 se aseguró la ingesta del calostro desde las tres primeras horas de vida y un amamantamiento diario, que les permitió tener mayores tasas de ganancia diaria de peso y peso a los dos y tres meses de edad, asegurando un menor porcentaje de muertes en este periodo crítico, que las reportadas para estos sistemas de producción en el trópico de México.

Sumando este resultado de mortalidad a las demás variables analizadas, se alcanza a apreciar una tendencia en general, a favorecer a la dieta con mayor consumo voluntario de MS disponible en el forraje, ya que las vacas del T2 son las que tuvieron crías con tendencias a un mayor peso a los dos y tres meses de vida ( $T2 = 82.4 \pm 4.1$  y  $89.5 \pm 5.4$  kg, respectivamente) y mayor ganancia diaria de peso ( $T2 = 0.694 \pm 0.05$  kg), así como calostro con más Ig's, mientras que la aplicación del T1 resultó en calostro con menor cantidad de Ig's.



## **Conclusiones**

1. Implementar un manejo de la alimentación a partir de 21 días antes del parto, suplementando de 3.5 a 5 kg de concentrado al 16% de PC y asegurando un consumo voluntario de entre 13.4 y 13.7 kg de materia seca hasta los dos primeros meses posparto en vacas del trópico, resultó en una mayor ganancia de peso de sus crías durante los dos primeros meses de vida, menor mortalidad de las crías del nacimiento a los dos meses de vida y no resultó en una mayor calidad del calostro superior. Sin embargo, el T2 produjo un calostro de calidad media.

## **Agradecimientos y/o fuente financiera**

El presente trabajo se realizó con financiamiento de recursos fiscales INIFAP del proyecto “Alimentación funcional y protocolos hormonales para aumentar la fertilidad y cosecha de becerros en el trópico de México”.

## **Literatura citada**

Allen, M. S., Bradford, B. J., and Oba, M. 2009. The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *Journal of Animal Science* 87(10):3317-3334.

Andresen, H. S. 2008. La vaca en transición. <http://handresen.perulactea.com/2008/08/05/capitulo-4-la-vaca-en-transicion/> [Consultado el 29 de julio de 2019].

Dawson, L. E. R., Carson, A. F., and Kilpatrick, D. J. 1999. The effect of the digestible undegradable protein concentration of concentrates and protein source offered to ewes in late pregnancy on colostrum production and lamb performance. *Animal Feed Science and Technology* 82(1-2):21-36.

Fox, D. G., Van Amburgh, M. E., and Tylutki, T. P. 1999. Predicting requirements for growth, maturity, and body reserves in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 82(9):1968-1977.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 5ª ed. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 90 p.

Gil, A. 2018. Cría de ternera(o)s en ganaderías tropicales. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/cria-ternera-s-t42963.htm>  
[Consultado el 31 de agosto de 2020].

Orskov, E. R. 1990. Nutrición de los Rumiantes: Principios y Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 119 p.

Román P., H., Ortega R., L., Hernández A., L., Díaz A., E., Espinoza G., J. A., Núñez H., G. *et al.* 2009. Producción de Leche de Bovino en el Sistema de Doble Propósito. Libro Técnico Núm. 22. SAGARPA. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, Ver., México. 146 p.

SAS Institute Inc. 2011. SAS/STAT R 9.3 User's guide. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74(10):3583-3597.

## PROPUESTA DE MANEJO AL ANILLAMIENTO DEL PEDÚNCULO DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill.) EN VILLA GUERRERO, ESTADO DE MÉXICO

Correa Bolaños Jessica Itzel<sup>1</sup>, De La O Aguilar Paola<sup>1</sup> y Ruiz Castañares Kevin<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. [ruiz.kev.c@gmail.com](mailto:ruiz.kev.c@gmail.com)

### RESUMEN

El cultivo del aguacate es de gran importancia económica para México, porque ocupa el primer lugar como producto de exportación, lo que genera grandes ingresos monetarios al país. Al ser un cultivo atractivo, se han establecido huertas en diferentes sitios, como en Villa Guerrero, Estado de México. No obstante, este cultivo tiene limitantes biológicas, como los fitopatógenos. Recientemente, esta zona productora, se ha visto afectada por la enfermedad del anillamiento del pedúnculo del fruto de aguacate, la cual, se caracteriza por la caída prematura de los frutos. Se reportan diferentes hongos asociados a este síntoma. Por lo tanto, es necesario aislar e identificar al posible agente causal presente en Villa Guerrero. En consecuencia, se realizaron colectas de frutos que presentaban el síntoma, se llevaron al laboratorio y se aisló constantemente a *Alternaria* sp. el cual, se reporta como uno de los posibles agentes causales de esta enfermedad. Por tal razón, el objetivo del presente trabajo fue diseñar y proponer una estrategia de manejo integrado del anillamiento del pedúnculo para Villa Guerrero Edo. Méx. Para la cual se abordarán los principios de erradicación y exclusión y protección.

**Palabras clave:** Control químico y biológico, anillamiento del aguacatero, manejo integrado.

## Introducción

México es el principal productor y exportador de aguacate. En diciembre de 2018, el aguacate ocupó el primer lugar dentro de los productos agrícolas exportados que dejaron mayores ingresos al país, seguido del tomate y el pimiento (CIMA, 2019). Sin embargo, este cultivo está expuesto a enfermedades que afectan su calidad, puesto que se ha encontrado a *Alternaria* como agente causal de una enfermedad que provoca la caída prematura de un gran número de frutos. *Alternaria* spp. son hongos cosmopolitas, caracterizados por su amplio rango de hospedantes, lo que ocasiona considerables pérdidas económicas. Se ha reportado que *Alternaria* sp., como agente causal de la enfermedad del anillamiento del pedúnculo del aguacate, provoca la pérdida de hasta el 90% de los frutos de un árbol (Garbanzo, 2011). No obstante, también se han reportado los siguientes patógenos como causantes de la enfermedad: *Diplodia* sp., *Dothiorella* sp., *Pestalotia* sp., *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Lasidiplodia theobromae*, *Penicillium* sp. y *Helminthosporium* sp. (Téliz y Mora, 2015). Por otro lado, Rodríguez y Rodríguez (2007) reportan que algunos productores y técnicos se han acostumbrado a tener caída del fruto del 10 al 15%, o inclusive creen controlarlo de forma casual; sin embargo, aún no se ha cuantificado el efecto del anillamiento del pedúnculo sobre el rendimiento. El cultivo de aguacate cobra gran importancia en el municipio de Villa Guerrero, Estado de México, por tal motivo, los objetivos planteados para esta investigación son los siguientes: 1. Aislar e identificar el fitopatógeno causante del anillamiento del pedúnculo del aguacate en Villa Guerrero, 2. Realizar una matriz integral de manejo al anillamiento del pedúnculo del aguacate, mediante los principios de erradicación, exclusión y protección así como una matriz de control químico y 3. Hacer una propuesta de manejo para la enfermedad del anillamiento del pedúnculo del aguacate para Villa Guerrero.

## Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM, en el Estado de México. Mediante los dos primeros postulados de Koch, se llevaron a cabo diversos protocolos para lograr el

aislamiento e identificación del posible agente causal del anillamiento del pedúnculo del aguacate y con base en ello, se realizó una propuesta de manejo.

Primer postulado: Colecta. Se obtuvieron frutos y pedúnculos de aguacate afectados, así como una muestra de suelo de la zona producción. Para la inducción de esporulación, a partir de los frutos colectados, se realizó una cámara húmeda del fruto y a los tres días se recurrió a una validación mediante la técnica de tela adhesiva y una solución fijadora.

Segundo postulado: Aislamiento e identificación. Preparación de los medios de cultivo V8A, medio favorable para el crecimiento de *Alternaria* spp. En ellos se realizaron los siguientes aislamientos: a) aislamiento por partes vegetales, realizado a partir del pedúnculo de aguacate, b) aislamiento directo de frutos de la cámara húmeda y pedúnculos y c) aislamiento por dilución en serie, en el cual se utilizó la muestra de suelo del cultivo.

Inmediatamente después de la realización de la cámara húmeda y de los diferentes aislamientos, se efectuó la validación de los mismos, para posteriormente hacer una medición de las estructuras del patógeno, así como su identificación con la clave morfológica para su guardado y conservación de la cepa pura.

## **Resultados y discusión**

A partir de la cámara húmeda y el aislamiento por partes vegetales que se realizaron con los frutos de aguacate y pedúnculos con síntomas de anillamiento, se validó por frecuencia que el agente causal de la enfermedad es un hongo del género *Alternaria*; del mismo modo, en el aislamiento directo del medio de cultivo se confirmó la presencia del mismo fitopatógeno.

Los resultados de la identificación se llevaron a cabo con la clave morfológica de Hun, llegando por frecuencia al género *Alternaria*. Una vez determinado que el agente causal de la enfermedad es *Alternaria* sp., se realizó la propuesta de control, a partir de la elaboración de una matriz de control integral que se encuentra en el Cuadro 1 y una matriz de control químico en el Cuadro 2, de acuerdo con la FRAC y cruzado con COFEPRIS. En cada matriz se marcó el método de control y en qué fase del ciclo de la

enfermedad es su afectación, con la finalidad de romper su ciclo y así controlar la enfermedad.

Cuadro 1. Matriz de control Integral del anillamiento del pedúnculo del aguacate.

Métodos de control		Ciclo Primario								Ciclo Secundario								Referencias
		D	I	Pre	P	I	C	S	S	D	I	Pre	P	I	C	S	S	
Exclusión	Material propagativo	X																Coria (2009)
Erradicación	Erradicación de plantas enfermas									X								Anacafé (2004) FAO (2003)
	Erradicación de tejido enfermo									X								Anacafé (2004) FAO (2003)
Protección	Modificación del ambiente	X								X				X	X			León (2012)
	Fungicidas					X								X	X			Delgado y Villanueva (2014) León, 2012. FRAC (2020) Terralia (2020a) DEAQ (2020) Adama (2020) Timmer <i>et al.</i> (1998)
Principios biológicos	Hiperparasitismo					X												Cotes <i>et al.</i> (2018) Nieto (2018)
Terapéutica de curación	Física									X	X							Anacafé (2004)
	Química													X	X			Anacafé (2004) FUNSEPA (s.f.)

Cuadro 2. Matriz de control químico.

Fungicida	Tipo	Uso	Ciclo Primario								Ciclo Secundario								Referencias
			D	I	Pre	P	I	C	S	S	D	I	Pre	P	I	C	S	S	
Tiabendazol	Sistémico	Preventivo curativo					X								X			Terralia (2020b) FRAC (2020)	
Fungymil	Sistémico	Preventivo curativo					X								X			DEAQ (2020) DEAQ (2020) FRAC (2020)	
Zineb	Contacto	Preventivo														X		Terralia (2020c)	
Agrimycú 100	Sistémico	Preventivo													X			DEAQ (2020)	
Sulfacob 25	Contacto	Preventivo														X		Adama (2020)	

A partir de las validaciones de signos, en cámara húmeda se observaron conidias del género *Alternaria* sp. (Figura 1a), así como en los medios de cultivo (Figura 1b). Posteriormente, en la validación de la dilución en serie del suelo, se encontró a *Penicillium* sp. (Figura 1c). En la Figura 2a y 2b se observa la formación de colonias de *Alternaria* sp. en las partes del pedúnculo del aguacate afectadas. De igual forma, en el aislamiento directo del fruto de aguacate que se encuentra en la Figura 2c, se observa un crecimiento de colonias muy similares y al momento de hacer la validación en las cuatro colonias formadas, se observa que todas pertenecen al género *Alternaria* (Figura 3).

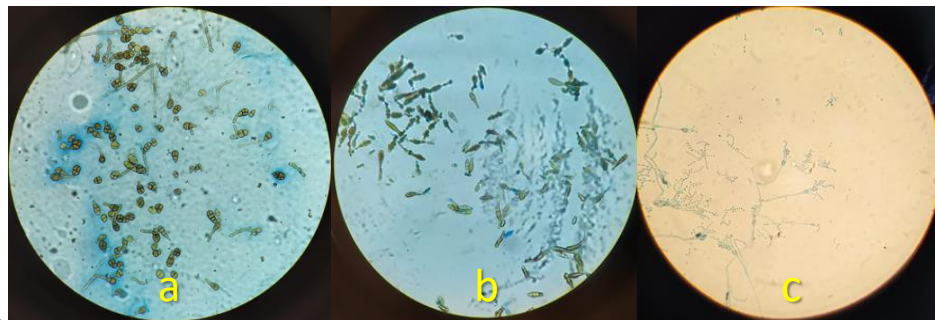


Figura 1. Conidias de *Alternaria* sp. en cámara húmeda (a), en medios de cultivo (b), *Penicillium* sp. (c).

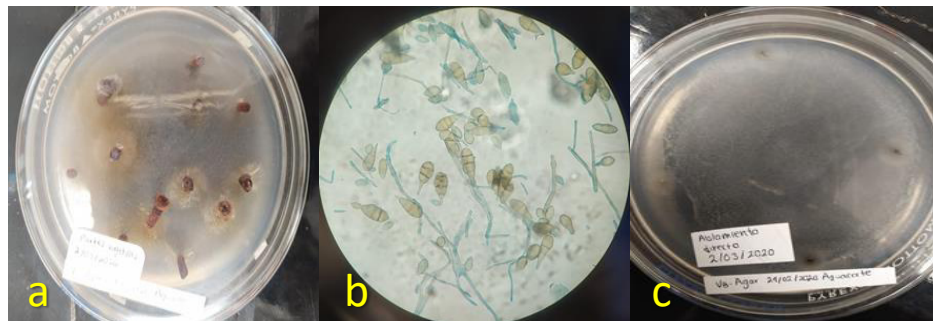


Figura 2. Partes vegetales (pedúnculo) (a), conidias de *Alternaria* sp. en pedúnculo (b), aislamiento directo del fruto de aguacate (c).

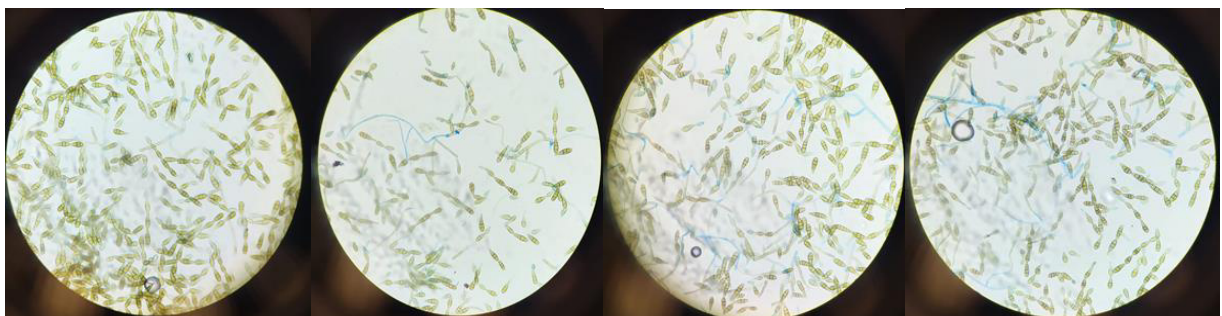


Figura 3. *Alternaria* a 40x en las cuatro colonias del aislamiento directo de aguacate.

La fase crucial para realizar un control de la enfermedad deberá ser antes de la floración y antes de la cosecha, cuando la época de lluvias aún no comience, ya que esto traería condiciones favorables para el desarrollo de *Alternaria*. Lo anterior se puede deducir de la Figura 4, que muestra las diferentes etapas de crecimiento del aguacatero en el Estado de México.

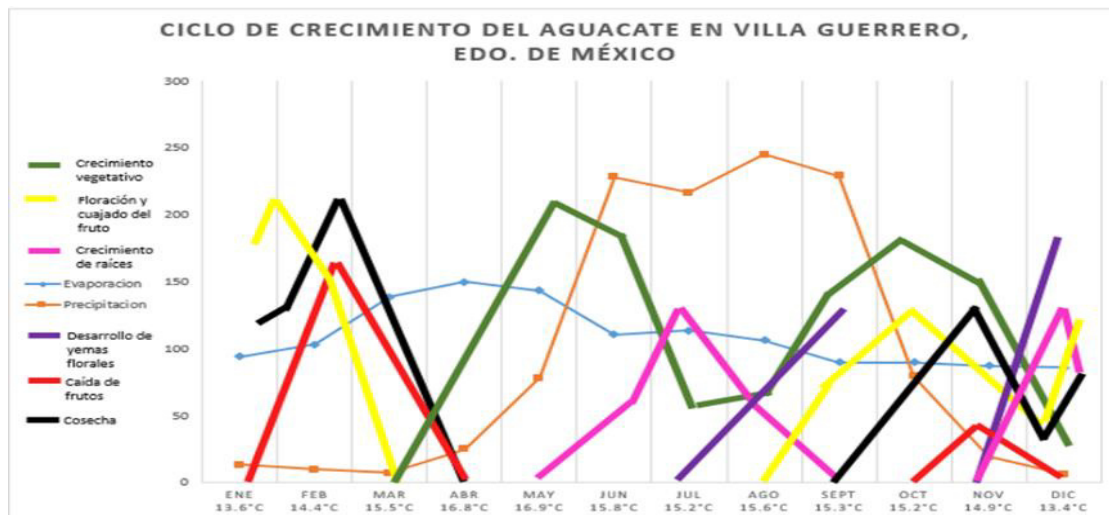


Figura 4. Estación de crecimiento del aguacatero en el Estado de México.

De tal forma, que a continuación se presenta la propuesta de manejo para *Alternaria* sp. como el agente causal del anillamiento del pedúnculo del aguacate.

Control cultural (preventivo). Se basa en realizar podas al árbol para lograr una buena ventilación y radiación, con la finalidad de evitar microclimas que beneficien a *Alternaria*; algunas podas recomendadas son: poda de ramas bajas, poda de ventana, poda de rejuvenecimiento y poda de saneamiento. En cuanto a la fertilización, en una huerta en producción es necesario mantener buenos niveles de NPK y de los microelementos, siendo necesaria la labor de realizar estudios de análisis de suelos y análisis foliares.

Para el cultivo de aguacate es necesario contar con un programa de recolección y destrucción de frutos enfermos, por lo menos cada semana durante el llenado del fruto, hasta llegar a la cosecha; así también, durante la cosecha el fruto se deberá cortar con un pedúnculo grande (10 mm). De esta forma se evita que los hongos lleguen hasta la pulpa y el daño en manejo postcosecha.



Control biológico (preventivo). Es recomendable aplicarse antes de la época de floración, después de la cosecha de abril, antes de que comience la temporada de lluvias.

Control con *Trichoderma* spp. Se recomienda aplicar por primera vez 6 kg/ha en una dosis inundativa y posteriormente dosis inoculativas de 1 a 3 kg/ha cada semana o quincena, hasta la primera semana de mayo. Control con *Streptomyces* spp. El producto comercial Blite Free recomienda su aplicación de 1 a 2 L del producto en 200 L de agua, durante el desarrollo vegetativo y fructificación en intervalos de ocho a 12 días.

Control químico. De acuerdo con la FRAC (2020), los fungicidas tiabendazol y benomilo, así como los bactericidas estreptomycin y oxitetraciclina han generado resistencia en algunas especies de *Alternaria*. Para evitar la generación de resistencia de *Alternaria* sp. en el cultivo de aguacate es necesario llevar a cabo una rotación de éstos, los cuales se deben intercalar de acuerdo con su modo y mecanismo de acción.

Zineb técnico: Modo y sitio de acción (M-03). De manera preventiva se recomienda aplicar 300 g/100 L y repetir la aplicación cada 21 días de manera foliar al ser un fungicida de contacto. Su aplicación es recomendable en el mes de octubre. Tiabendazol técnico: Modo y sitio de acción (B-1). Se recomienda aplicar 60 g/100 L de agua. Fungicida sistémico. Su aplicación es recomendable cuando ya existen síntomas de la enfermedad, pero deberá emplearse antes de la temporada de floración, en el mes de abril. Sulfacob 25: Modo y sitio de acción (M-01). Para la preparación del caldo bordelés se empleará 1 kg de Sulfacob y 1 kg de hidróxido de calcio por 100 L de agua. Fungicida de contacto y preventivo. No se aplica en la fase de floración, por lo que se aplicaría en el mes de abril. Fungymil: Modo y sitio de acción (B-1). Se aplica 60 g/100 L de agua. Fungicida sistémico. Su aplicación es recomendable cuando ya existen síntomas de la enfermedad, pero deberá emplearse antes de la temporada de floración, en el mes de abril. Agrimycú 100: Modo y sitio de acción (M-01). Fungicida-bactericida de contacto, su dosis de aplicación es de 60 g/100 L agua. Aplicarlo después de la cosecha y antes de la formación de brotes florales, en este caso en el mes de abril.

## **Conclusiones**

1. Gracias al conocimiento obtenido a través de todo el trabajo experimental fue posible llevar a cabo el aislamiento e identificación del fitopatógeno causante del anillamiento del pedúnculo en aguacate y, sobre todo, como punto inicial, la revisión bibliográfica que ayudó a conocer a fondo el patógeno. 2. Asimismo, fue posible realizar la matriz integral de manejo, así como una matriz de control químico. 3. Fue importante llevar a cabo toda esta metodología para hacer una propuesta de manejo correcto, para la zona de Villa Guerrero Edo. de Méx.

## **Agradecimientos**

Este proyecto es resultado del Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, por lo que agradecemos a la FESC, UNAM el apoyo por dichas instalaciones, de igual forma al M.C Marcos Espadas Reséndiz y al I. A. Jonathan Fernández Mendiola.

## **Literatura citada**

Adama. 2020. Sulfacob 25. Ficha Técnica. [https://www.adama.com/documents/466793/470082/ficha\\_tecnica\\_sulfacob25\\_adama\\_tcm43-12020.pdf](https://www.adama.com/documents/466793/470082/ficha_tecnica_sulfacob25_adama_tcm43-12020.pdf) [Consultado el 23 de mayo de 2020].

Anacafé (Asociación Nacional del Café). 2004. Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera. Asociación Nacional del Café. Guatemala, Guatemala. 10 p.

CIMA (Centro de Información de Mercados Internacionales). 2019. Reporte del mercado de aguacate. [https://www.cima.aserca.gob.mx/work/models/cima/pdf/cadena/2019/Reporte\\_mercado\\_aguacate\\_070419.pdf](https://www.cima.aserca.gob.mx/work/models/cima/pdf/cadena/2019/Reporte_mercado_aguacate_070419.pdf) [Consultado el 29 de mayo de 2020].

Coria A., V. M. (ed.). 2009. Tecnología para la producción de aguacate en México. Libro Técnico Núm. 8. 2a ed. SAGARPA. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich., México. 219 p.

Cotes A., M., Zapata, Y., Beltrán-Acosta, C., Kobayashi, S., Uribe, L. y Elad, Y. 2018. Control biológico de patógenos foliares. p. 61-143. *In*: Cotes A., M. (ed.). Control Biológico de Fitopatógenos, Insectos y Ácaros. Vol. 1. Agentes de Control Biológico. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Mosquera, Colombia.

Delgado V., Y. A. y Villanueva B., J. S. 2014. Identificación y evaluación de la incidencia y severidad del anillamiento del pedúnculo del aguacatero en la Sierra del Tigre, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. 56 p.

DEAQ (Diccionario de Especialidades Agroquímicas). 2020. Fungimyl. <https://www.agroquimicos-organicosplm.com/fungimyl-75-76-937-45-3> [Consultado el 23 de mayo de 2020].

FAO (Food and Agricultural Organization). 2003. Manejo integrado de enfermedades. <http://www.fao.org/3/a1374s/a1374s05.pdf>. [Consultado el 23 de mayo de 2020].

FRAC (Fungicide Resistant Action Committee). 2020. FRAC Code List ©\*2020: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including FRAC Code numbering). [https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2020-finalb16c2b2c512362eb9a1eff00004acf5d.pdf?sfvrsn=54f499a\\_2](https://www.frac.info/docs/default-source/publications/frac-code-list/frac-code-list-2020-finalb16c2b2c512362eb9a1eff00004acf5d.pdf?sfvrsn=54f499a_2) [Consultado el 23 de mayo de 2020].

FUNSEPA (Fundación Sergio Paiz Andrade). s. f. Recomendaciones técnicas para el cultivo de aguacate. <http://www.funsepa.net/guatemala/docs/cultivoAguacate.pdf> [Consultado el 23 de mayo de 2020].

Garbanzo S., M. 2011. Manual de aguacate: buenas prácticas de cultivo variedad Hass. 2a ed. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 92 p.

León T., O. 2012. Memorias de experiencias profesionales. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah., México. 65 p.

Nieto C., P. 2018. Control biológico de *Alternaria*. [https://controlbio.es/es/blog/c/98\\_control-biologico-de-alternaria.html](https://controlbio.es/es/blog/c/98_control-biologico-de-alternaria.html) [Consultado el 23 de mayo de 2020].

Rodríguez J., M. y Rodríguez, R. 2007. Breve descripción de las plagas y enfermedades del Aguacate. GRANJA Revista Agropecuaria 14:38-55.

Téliz, D. y Mora, A. (eds.). 2015. El Aguacate y su Manejo Integrado. Editorial del Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 321 p.

Terralia. 2020a. Fungicidas. Benomilo. Información Agrícola. Agroquímicos México. [https://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/view\\_composition?composition\\_id=12888](https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=12888) [Consultado el 23 de mayo de 2020].

Terralia. 2020b. Fungicidas. Tiabendazol. Información Agrícola. Agroquímicos México. [https://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/view\\_composition?composition\\_id=13385](https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=13385) [Consultado el 23 de mayo de 2020].

Terralia. 2020c. Fungicidas. Zineb. Información Agrícola. Agroquímicos México. [https://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/view\\_composition?composition\\_id=13093](https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?composition_id=13093) [Consultado el 23 de mayo de 2020].

Timmer, L. W., Solel, Z., Gottwald, T. R., Ibáñez, A. M. and Zitko, S. E. 1998. Environmental factors affecting production, release, and field production of conidia of *Alternaria alternata*, the cause of brown spot of citrus. *Phytopathology* 88(11):1218-1223.

**Neoerysiphe cumminsiana AGENTE CAUSAL DE LA CENICILLA POLVOSA EN LA MALEZA *Galinsoga parviflora* Cav.**

Espadas Reséndiz Marcos<sup>1\*</sup>, Borda Mamani Roxana<sup>2</sup> y Zita Padilla Gloria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

marcosespadasresendiz@gmail.com

<sup>2</sup>Universidad Federal de la Integración Latino-Americana (UNILA). Paraná, Brasil.

**RESUMEN**

*Galinsoga parviflora* Cav., una planta de amplia distribución internacional y nacional se comporta como maleza en más de 32 cultivos en 38 países. Existe poca investigación sobre su probable capacidad de ser un reservorio natural de fitopatógenos para cultivos de importancia agrícola. En la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM se presenta como maleza en el cultivo del maíz y se encuentra parasitada por una cenicilla polvosa con una incidencia del 100%, con severidad en el haz de la hoja, tallos, peciolos y ramas llega a tener 100% en condiciones de campo. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue la identificación del agente causal de la cenicilla polvosa, que afectaba de manera severa a *G. parviflora*. Para ello, se usó un protocolo propio de patógenos obligados. Se observó que el hongo se desarrolla en el tallo y en las ramas del hospedante (caulícola) y sólo en el haz de la hoja (foliícola); cuando el ataque es severo, el hongo cubre a toda la planta. En cuanto a síntomas, se determinó que inician con el ennegrecimiento de los tejidos debajo de la zona de infección, con el paso del tiempo forman manchas foliares y en estados avanzados de la enfermedad originan un tizón foliar, característica típica de las cenicillas. Bajo el microscopio se observaron estructuras somáticas y reproductivas del hongo y mediante el uso de claves morfométricas específicas se identificó a *Neoerysiphe cumminsiana* como el agente causal, el cual también se reporta como patógeno de plantas del género *Stevia*.

**Palabras clave:** Reservorio de fitopatógenos, estrellita, mildiu polvosa, Erysiphales.

## Introducción

*Galinsoga parviflora* Cav. tiene una amplia distribución mundial (Damalas, 2008), se reporta como maleza en más de 32 cultivos en 38 países (Tutin *et al.*, 1976). En México, está presente en 26 estados (Villaseñor y Espinosa, 1998). Es una maleza importante en algodón en Uganda y de trigo en Angola; se ha reportado también en frijol, café, maíz, papa y en algunas hortalizas. Se considera una maleza común para frijol en Tanzania y para maíz en Zimbabue; además, de acuerdo a Holm *et al.* (1979), citados por Damalas, (2008), esta especie se reportó como maleza importante en los siguientes cultivos: plátano, cítricos y caña de azúcar en México; ajo, cebolla, chícharo y fresa en Brasil; remolacha azucarera en Bélgica; trigo en Alemania, y en Etiopia y Tanzania, se reporta en fresa.

*G. parviflora* es una maleza de gran relevancia en las en las zonas agrícolas de mundo, siendo probable que junto con otras especies de la familia Asteraceae constituya un reservorio trascendental de fitopatógenos, que podrían reducir la producción agrícola en diferentes cultivos. Hasta el momento, poco se ha escrito sobre enfermedades y patógenos que la atacan. Se han reportado algunas cenicillas vellosas en *G. parviflora*: *Plasmopara galinsogae* (Campbell, 1932; Vázquez 2018), *P. yunannensis* (Tao y Qin, 1987) y *Protomyces buerenianus* (Bacigalálová, 2008). Warwick y Sweet (1983) reportaron que *G. parviflora* es parasitada por *Whetzelinia sclerotiorum*. Princejayasimha *et al.* (2018) inocularon a 48 especies de malezas incluyendo a *G. parviflora* con *Rhizoctonia solani*, determinando que todas las especies fueron susceptibles a este fitopatógeno, observándose las siguientes características: patogenicidad positiva, periodo de incubación corto, rápida diferenciación de esclerocios y, capacidad de formar esclerocios en medios sintéticos. Finalmente, Yáñez *et al.* (2009) reportaron a *Neoverysiphe cumminsiana* como el agente causal de la cenicilla polvosa en *G. parviflora*. *N. cumminsiana* es el agente causal de la cenicilla en *Bidens pilosa* (Braun y Cook, 2012), maleza de amplia distribución reportada el 30 cultivos en mas de 40 paises (Arthur *et al.*, 2012). También se reporta como agente causal de cenicilla polvosa en *Stevia* (Carrasco *et al.*, 2019), así como en las asteráceas *Eupatorium rugosum*, *E. subhastatum*, *E.*

*urticaefolium*, *Heliopsis helianthoides*, *Senecio seemanii*, *Tagetes erecta*, *T. minuta* y *Viguiera helianthoides*, por lo que pudiera existir el riesgo de que ocasionara daños a algunas asteráceas cultivadas, como *Tagetes patula* y *Dalia* sp. (Braun y Cook, 2012).

## **Materiales y métodos**

Plantas de *G. parviflora* con diversos grados de la enfermedad, fueron colectadas en las parcelas de maíz de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM; posteriormente, se trasplantaron en macetas y se llevaron al laboratorio de fitopatología, para la caracterización sintomatológica y morfométrica del patógeno, con el método de preparaciones temporales en tela adhesiva transparente, usando como medio de montaje el azul de lactofenol. Para ello, se tomaron muestras del hongo de hojas, peciolo y tallo; se midieron y examinaron las estructuras somáticas y reproductivas a 4x, 10x, 40x y 100x con el microscopio marca LEICA modelo DM500 y se tomaron fotos de las estructuras con cámara LEICA ICC50HD en campo claro. El patógeno se identificó morfométricamente con las claves para especies del género *Neoerysiphe* de Heluta *et al.* (2010) y Braun y Cook (2012), siendo la primera, específica para las especies de *Neoerysiphe* parasitando a especies de la familia Asteraceae.

## **Resultados y discusión**

Con base en las claves consultadas se identificó a *Neoerysiphe cumminsiana*, como el agente causal de la cenicilla polvosa que se describe a continuación; el síntoma inicia como pequeñas manchas foliares tipo holonecrosis, principalmente el haz de las hojas, las cuales se juntan a medida que progresa la enfermedad, culminando en un tizón foliar. El signo se desarrolla en el tallo y las ramas del hospedante (caulícola) y en las hojas (foliícola) crece y coloniza sólo el haz. En etapas iniciales, la cenicilla sobre la hoja se observa como pequeñas motas blancas, las cuales crecen y se fusionan hasta cubrir toda la hoja (Figura 1). Un comportamiento similar se observó en tallos y ramas de *G. parviflora* (Figura 1). Durante este periodo, se observó la fase asexual del hongo caracterizado como *Oidium* sp. (Figuras 2 y 3); la fase sexual se presentó cuando las condiciones

ambientales cambiaron a temperaturas frescas; a los 17°C, el micelio se organizó en tejidos que originaron los casmotecios (Figuras 6 y 7).



Figura 1. (a - b) fase inicial y fase secundaria de la enfermedad inducida por *N. cumminsiana*, (c) desarrollo y colonización en el haz de la hoja, (d) máximo grado de severidad observado sobre *G. parviflora*.

**Conidióforo.** Surgen a partir de hifas superficiales; miden más de 190  $\mu\text{m}$  de largo, de la base de las hifas hasta la punta de la célula madre. Las células de la base del conidióforo son cilíndricas, ocasionalmente un poco abultadas de la base; miden 20 - 70 x 8 - 14  $\mu\text{m}$ , continuadas por una a tres células cortas, formando de tres a cuatro conidios en cadena, (Figura 2). **Conidióforos** (-141.14) 134 - 89.37 (-50) largo x (-13) 12.50 - 11 (-10.5) ancho. Conidios elipsoides o doliforme-limoniformes de 25 - 40 x 13 - 25  $\mu\text{m}$ . **Conidios:** (-47.82) 36.72 - 28.31 (-24.48) largo x (-16.94) 15.14 - 13.20 (-12.54) ancho.



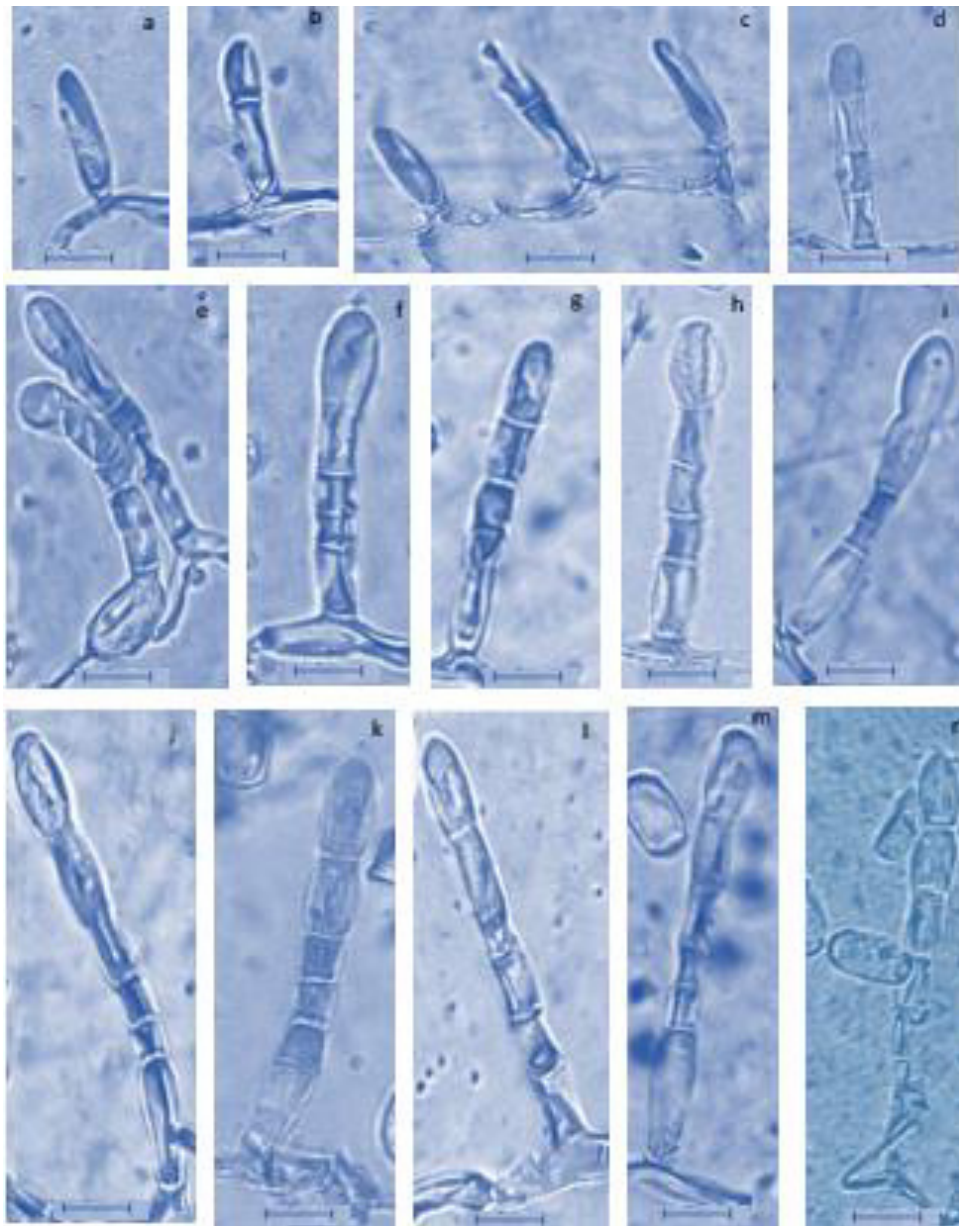


Figura 2. Fase asexual de *N. cumminsiana* observada (a-c) formación de la base del conidióforo y conidio inicial, (d-f-k-l) conidióforos con célula basal rectangular, (e) conidióforo formado a partir de germinación del conidio, (g-h-i-j-m) conidióforos con base globosa. Escala de

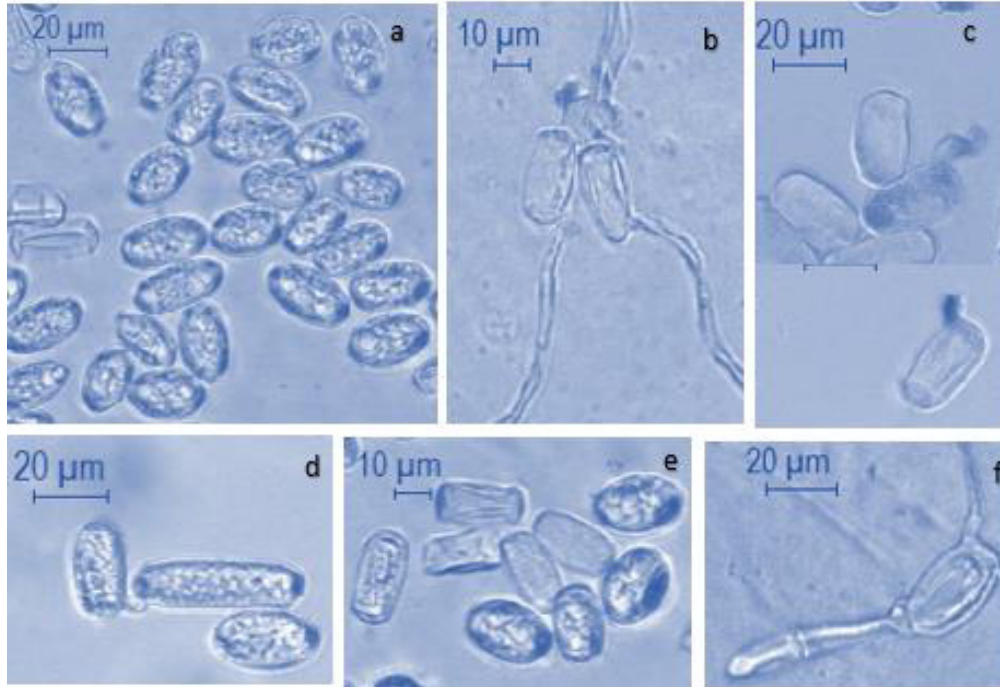


Figura 3. Fase asexual observado (a) conidios, (b) tubo germinativo, (c) germinación de conidio, (d) conidio de forma de bacilo, (e) conidios ovoides, (f) germinación de conidio y formación de conidióforo.

### Descripción de la fase sexual

Los casmotecios dispersos o gregarios son de forma esférica conforme maduran, con visibles invaginaciones en la parte inferior. Miden de 120 a 106  $\mu\text{m}$  de diámetro, peridio irregularmente poligonal de 5 a 20  $\mu\text{m}$ . Los apéndices de la parte media son numerosos y miceloides de hialino o amarillento, pero no pardusco; los casmotecios ya desarrollados miden más de 900  $\mu\text{m}$ . Para la colecta de partes vegetales, se seleccionaron hojas con abundante esporulación y formación de colonias blanquecinas (Figura 4), en las cuales se encontraron casmotecios inmaduros, con variación de tamaño: casmotecio inmaduro grande de 84.27 x 100  $\mu\text{m}$  (Figura 6), casmotecio chico de 58 x 51  $\mu\text{m}$  (Figura 7). En esta fase inmadura son de color naranja pálido a beige, presentan forma circular (Figura 5) y están cubiertos por abundante micelio.



Figura 4. Fase donde se observaron casmotecios inmaduros.



Figura 5. Casmotecio inmaduro.

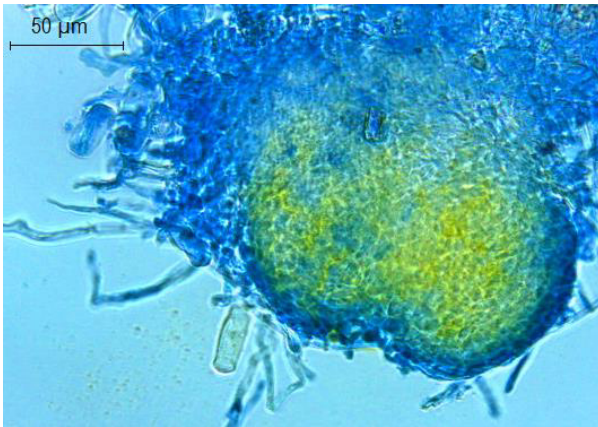


Figura 6. Casmotecio inmaduro observado a 40x.

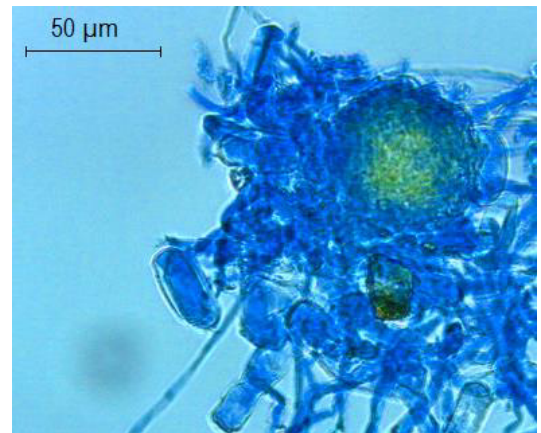


Figura 7. Casmotecio inmaduro observado a 40x en proceso de formación.

## Conclusiones

1. *G. parviflora* es una maleza con amplia distribución a nivel mundial, lo cual, es de importancia en la agricultura, debido a que puede ser hospedera de enfermedades que afecten a la producción. 2. Se determinó que *N. cumminsiana* es el agente causal de la cenicilla polvosa en *G. parviflora*, maleza que se encontró asociada con el maíz y que se reporta como patógeno en *Stevia*. 3. La severidad observada sobre *N. cumminsiana* fue del 90% y la incidencia de 100%. Además, se determinó que período de incubación es muy corto y se observó que algunos conidióforos se formaron directamente de la germinación del conidio.

## Agradecimientos

Proyecto PAPIME (PE214619) Mejoramiento de la enseñanza de las ciencias agrícolas mediante colecciones biológicas y virtuales.

## Literatura citada

Arthur G., Naidoo K., and Coopoosamy R. 2012. *Bidens pilosa* L.: Agricultural and pharmaceutical Importance. *Journal of Medicinal Plants Research* 6(17):3282-3287.

Bacigálová, K. 2008. *Protomyces buerenianus* (Protomycetaceae) – a new species for Slovakia. *Biologia* 63(1):40-43.

Braun, U. 1983: Descriptions of new species and combinations in *Microsphaera* and *Erysiphe* (IV). *Mycotaxon* 18(1):113-119.

Braun, U., and Cook, R. T. A. 2012. Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre. Utrecht, The Netherlands. 707 p.

Campbell, L. 1932. Some species of *Plasmopara* on composites from Guatemala. *Mycologia* 24(3):330-333.

Carrasco, R., Ruiz-Arellano, R., Cedeño, L., Quintero, K., and Fermin, G. 2019. First report of powdery mildew on *Stevia rebaudiana* (Bertoni) (Asteraceae) caused by *Neoerysiphe cumminsiana* (U. Braun) (Ascomycota). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 113:67-69.

Damalas, C. A. 2008. Distribution, biology, and agricultural importance of *Galinsoga parviflora* (Asteraceae). *Weed Biology and Management* 8(3):147-153.

Heluta, V., Takamatsu, S., Harada, M., and Voytyuk, S. 2010. Molecular phylogeny and taxonomy of Eurasian *Neoerysiphe* species infecting *Asteraceae* and *Geranium*. *Persoonia* 24:81-92.

Princejayasimha, P., Baiswar, P., Kumar, R., Majumder, D., and Patra, S. 2018. Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* AG 1-IB on common weeds in Meghalaya. *Indian Journal of Weed Science* 50(1):72-76.

Tao, J. F., and Qin, Y. 1987. Taxonomic studies on the genus *Plasmopara* of China III. New species, new combination and new record of *Plasmopara* on family Compositae. *Acta Mycologica Sinica* 6(2):65-73.

Tutin, T. G., Heywood, V. H., Burges, N. A., and Valentine, D. H. (eds.). 1976. *Flora Europaea. Plantaginaceae to Compositae (and Rubiaceae)*. Vol. 4. 1st ed. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 505 p.

Vázquez, F. A. L. 2018. Hongos asociados a enfermedades en follaje de malezas en la FES Cuautitlán. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., México. 142 p.

Villaseñor, R. J. L. y Espinosa, G. F. 1998. Catálogo de Malezas de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. Mexico, D. F. 448 p.

Warwick, S. I., and Sweet, R. D. 1983. The biology of Canadian weeds. 58. *Galinsoga parviflora* and *G. quadriradiata* (= *G. ciliata*). *Canadian Journal of Plant Science* 63:695-709.

Yáñez-Morales, M. J., Braun, U., Minnis, A. M., and Tovar-Pedraza, J. M. 2009. Some new records and new species of powdery mildew fungi from México. *Schlechtendalia* 19:47-61.

## SIMULACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN UN TROZO DE JAMÓN EN UNA CÁMARA DE TERMOENCOGIDO

Cruz Romero Pablo<sup>1</sup> y Velázquez Ortega José Luis<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. siulj4@hotmail.com

### **RESUMEN**

El empaquetado de productos alimenticios tiene como finalidad principal la conservación, además de la publicidad. En particular, el proceso de termoencogido consiste en el recubrimiento de un alimento con un plástico encogible para protegerlo de agentes externos, lo anterior se lleva a cabo, sumergiéndolo en una tina con agua caliente. Sin embargo, en las empacadoras de carne se tiene un problema durante la operación de termoencogido, ya que después de la operación se ha encontrado un problema de recontaminación que se atribuye a un tratamiento térmico inadecuado. En este trabajo, se presenta una forma de predecir los tiempos de calentamiento con sus perfiles de temperatura, que puede ayudar con la estimación y optimización del calentamiento del producto y que proporciona elementos para la elección del tiempo de permanencia de éste, garantizando la adecuada transferencia de calor, apoyados posteriormente con validaciones experimentales. Para esto, se realizaron simulaciones computacionales considerando un trozo de jamón con dimensiones específicas y tomando en cuenta las propiedades físicas, así como las variables involucradas en el proceso de termoencogido con ayuda de herramientas computacionales sustentadas en el método del elemento finito.

**Palabras clave:** Simulación computacional, segunda ley de Fourier, perfiles de temperatura.

## Introducción

Muchos de los problemas que se presentan en las industrias pueden resolverse mediante la intervención de las diferentes áreas de las ingenierías. Por ejemplo, en los procesos en los que las materias primas se transforman en productos, y de ahí pasan al empaquetado, estos productos, suelen tener imperfecciones que se relacionan a errores, que en su mayoría son consecuencia de la mala aplicación o por falta de conocimiento en ingeniería.

El envasado juega un papel muy importante para garantizar la conservación de las propiedades de los componentes de los alimentos (proteínas, lípidos, vitaminas), por lo que se deben seleccionar materiales de empaque, que no perjudiquen el alimento. Algunos productos se empacan mediante un proceso de tratamiento térmico. El proceso de transferencia de calor se realiza en una cámara de termoencogido, sumergiendo un producto empacado con un plástico, en una tina con agua caliente, con lo que se crea un vacío y el plástico se adhiere al producto. En las empacadoras de carne, el proceso que se realiza en la cámara de termoencogido tiene dos finalidades: la adherencia del empaque, y cumplir con la función de transferencia de calor en el producto, con la finalidad de detener la proliferación de microorganismos patógenos. En este último punto, se han presentado muchos problemas, ya que el producto se contamina con dichos microorganismos.

Actualmente, se cuenta con avances sorprendentes en cuestión científica y tecnológica, que ayudan a encontrar soluciones en problemas que en décadas pasadas era casi imposible solucionar. La simulación surge tras la necesidad de buscar una solución a problemas, en los que la solución analítica es complicada, además de buscar una innovación a aquellos procesos industriales que cuentan con una o varias deficiencias, para obtener un mayor aprovechamiento de las materias primas y a su vez, tener un mejor producto. La aplicación de los métodos numéricos en problemas, como transferencia de calor es para encontrar una solución de manera más exacta, ya que, en ocasiones, resolverlo de esta manera es la única opción.

La ecuación diferencial parcial tiene una formidable aplicación para resolver problemas de nivel de ingeniería. El método del elemento finito es un ejemplo de los utilizados para resolver este tipo de ecuaciones. Existen diferentes tipos de ecuaciones diferenciales parciales: elípticas y parabólicas e hiperbólicas. Para problemas que se encuentran en régimen estacionario se utilizan ecuaciones elípticas, ya que no existe una derivada con respecto al tiempo, sólo la ecuación es utilizada para conocer cómo se distribuye el calor, que se dirige a dos direcciones en el régimen estacionario que presente el problema; un ejemplo, es la ecuación de la Laplace (Chapra y Canale, 2015). Este problema, motivó a realizar este proyecto de investigación, en el cual, se analizó el proceso de la transferencia de calor, con el apoyo de herramientas computacionales con el objetivo de elaborar una propuesta para dar solución a la problemática en las empacadoras de carne.

## **Materiales y métodos**

Se realizaron simulaciones del transporte de calor en estado transitorio con el método del elemento finito para resolver las ecuaciones de Fourier, con uso de herramientas computacionales para obtener los perfiles de temperatura en trozos de carne. Para la transferencia de calor en el que se encuentra presente el mecanismo de conducción y convección en estado transitorio, se utilizó la ecuación de Fourier en la siguiente forma:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = k \nabla^2 T + h \Delta T \quad (1)$$

En la ecuación anterior,  $\rho$  es la densidad,  $C_p$  la capacidad calorífica,  $k$  es el coeficiente de conducción,  $h$  es el coeficiente convectivo,  $t$  es el tiempo y  $T$  es la temperatura. La ecuación (1) se utilizó para describir el fenómeno de la transferencia de calor en estado transitorio en una cámara de termoencogido. Para resolver este problema, se utilizó el PDE Toolbox de Matlab (The MathWorks, Inc., 2016), el cual, utiliza cajas de herramientas que integran la parte computacional, la visualización y la programación en un ambiente de gran facilidad. Estas cajas de herramientas son acompañadas de interfaces GUI's (Guide Interface Usuary), las cuales cubren todos los aspectos del proceso de solución de una PDE (Vicéns, 2012).



El procedimiento para el proyecto de la simulación del transporte de calor en la cámara de termoencogido, inició con las validaciones, con la finalidad de comparar los resultados obtenidos tanto con soluciones analíticas, como numéricas. Específicamente, se realizaron cinco validaciones con diferentes problemas resueltos con distintos métodos; entre los que se utilizaron fueron: la primera fue un flujo bidimensional en estado estacionario con condiciones de frontera tipo Dirichlet, para el cual, se resolvió de forma analítica la ecuación correspondiente a la segunda ley de Fourier y se graficaron los datos. La segunda validación correspondió a un problema de hornos industriales grandes, el cual, trata de un flujo bidimensional en estado estacionario, pero con tres condiciones de frontera tipo Dirichlet y una Neumann. La tercera validación fue una placa cuadrada bidimensional, pero en estado transitorio con tres condiciones tipo Dirichlet y una Neumann. En la cuarta validación, se tomó un problema de flujo de calor en estado transitorio bidimensional con geometría en forma de “L”, con cinco condiciones de frontera tipo Neumann y una Dirichlet. El último caso correspondió a una barra larga y sólida de sección cuadrada, en la que se llevó a cabo la transferencia de calor en estado transitorio con cuatro condiciones de frontera tipo Neumann, que corresponden al caso de que la barra se expone a un enfriamiento a temperatura ambiente; es decir, fronteras convectivas, además de ser el caso más cercano al problema de nuestro caso en estudio. Para llevar a cabo la simulación del trozo de carne en la cámara, se tomaron valores de las propiedades de la carne de una salchicha (Çengel, 2007), las cuales se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Propiedades de carne de una salchicha (Çengel, 2007).

Propiedades de la carne	Símbolo	Valor	Unidades
Temperatura de la carne	$T_{carne}$	3.0	°C
Densidad de la carne	$\rho_{carne}$	980.0	Kg/m <sup>3</sup>
Capacidad calorífica de la carne	$C_{p_{carne}}$	3900.0	J/kg °C
Difusividad térmica de la carne	$\alpha_{carne}$	$2.02 \times 10^{-7}$	m <sup>2</sup> /s
Coeficiente de conducción de la carne	$k_{carne}$	0.771	W/m°C

En la Figura 1, se muestra de una forma esquemática el proceso de la cámara de termoencogido, la cual consiste en un recipiente de forma rectangular, que contiene una charola perforada, en la que se deposita el trozo de carne; esta cámara contiene agua a una temperatura de 87°C.

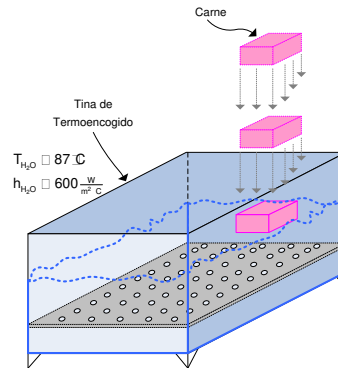


Figura 1. Esquema de una cámara de termoencogido.

La propuesta para llevar a cabo las simulaciones consistió en separar el jamón en planos, como lo muestra la Figura 2, en la que se muestran las dimensiones aproximadas del trozo de jamón.

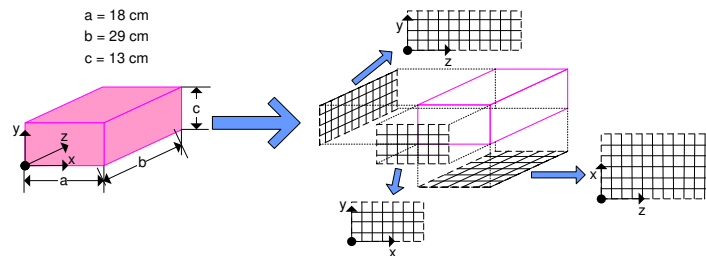


Figura 2. Descomposición de la carne de jamón en planos.

De esta forma, se calcularon los perfiles de temperatura en los tres planos: “x-y”, “z-y” y “x-z”, por lo que, ahora el problema se trata como el flujo de calor bidimensional en cada uno de los planos, en lugar de como el flujo de calor tridimensional.

## Resultados y discusión

A continuación, y a manera de ejemplo, se muestran los resultados de la cuarta validación correspondiente al problema de flujo de calor en estado transitorio

bidimensional con geometría en forma de L. En la Figura 3a, se presentan las líneas de contorno a 1,800 s obtenidas en la literatura (Thirumaleshwar, 2013), utilizando el Finite Element Heat Transfer (FEHT) Software. Para dicha validación, se utilizaron las condiciones de frontera que se muestran en la Figura 3b; además, con los datos proporcionados se obtuvieron los valores tanto del flux de calor  $q = 2000 \frac{W}{m^2}$ , así como de la capacidad calorífica ( $a = \frac{k}{rC_p}$   $\rho$   $C_p = 4687500 \frac{J}{kg^\circ C}$ ) a utilizar para hacer las corridas y obtener los perfiles de temperatura. En la Figura 3c, se observan los resultados obtenidos con el método propuesto, en la cual, se puede comparar con los resultados mostrados en la Figura 3a y se observa que las tendencias son similares.

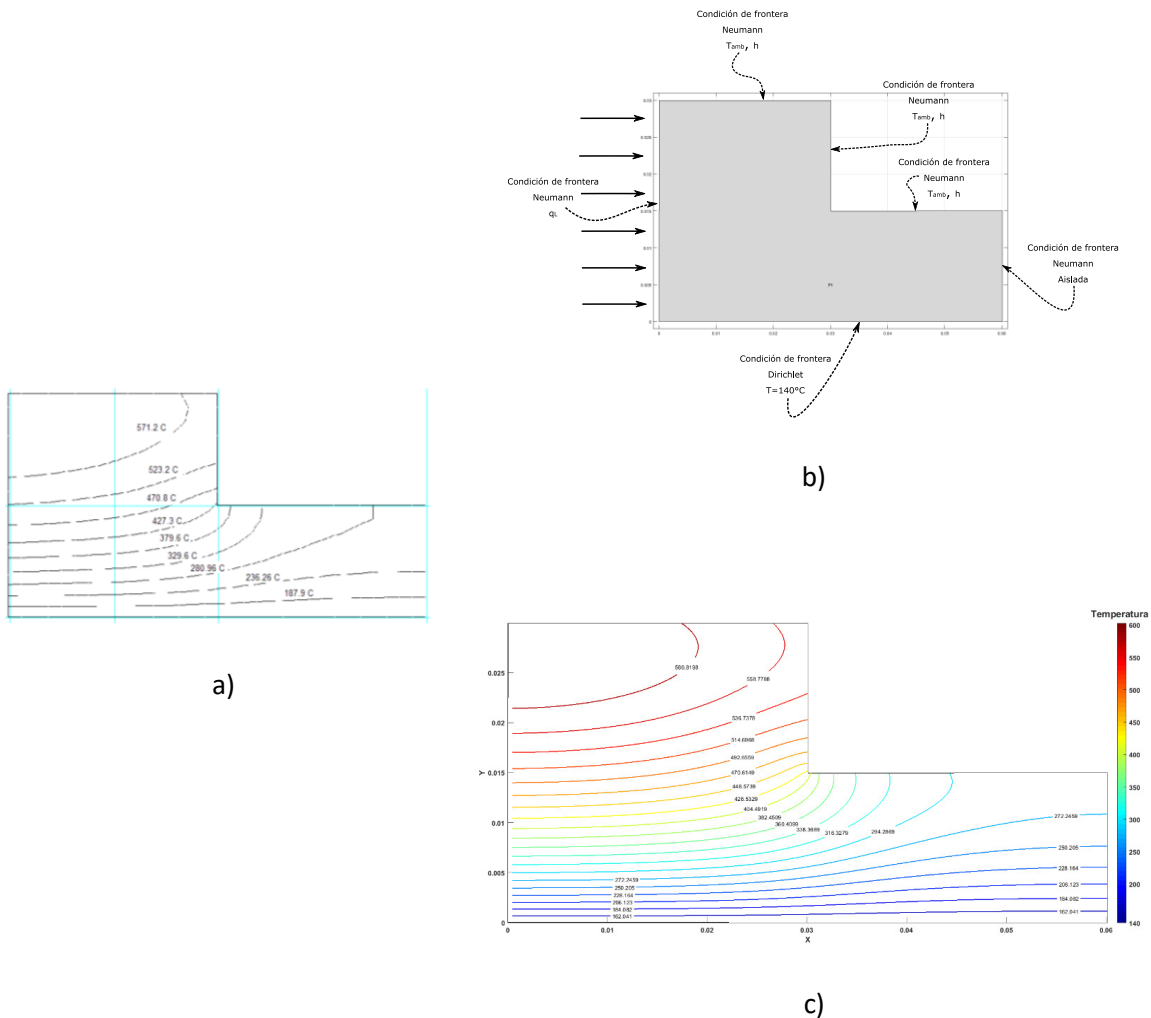


Figura 3. a) Gráfica de líneas de contorno para temperaturas, para una barra L después de 1,800 s reportado por Thirumaleshwar. b) Condiciones de frontera utilizadas en la

validación para la barra en forma de L en estado transitorio. c) Líneas de contorno obtenidas para el perfil de temperaturas con el método del elemento finito utilizado.

Una vez realizadas las validaciones, se procedió a realizar simulaciones con la separación del jamón en planos. La Figura 4 muestra las dimensiones de la sección cuadrada y las condiciones utilizadas para los planos “x – y”, “z – y” y “x – z”.

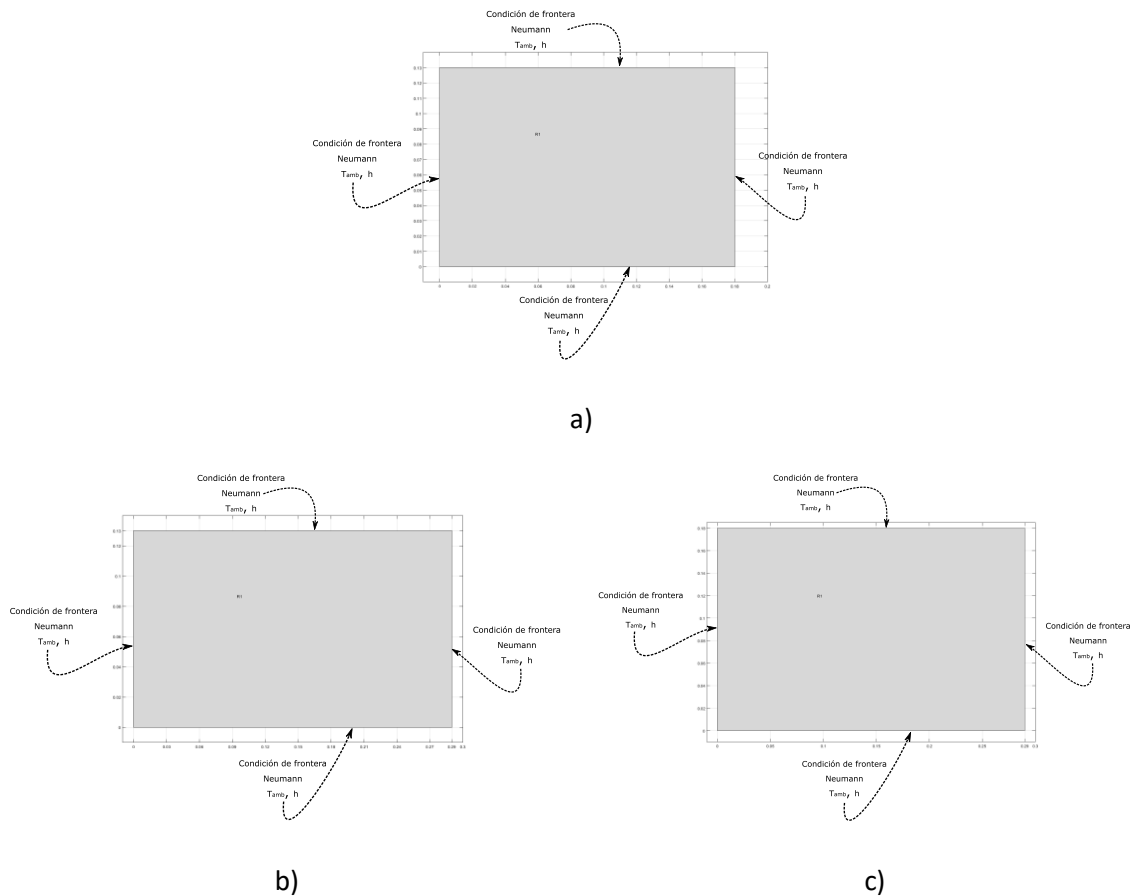
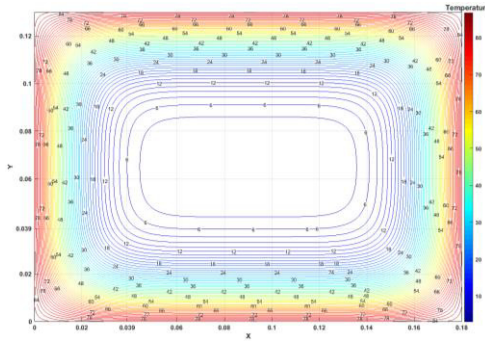
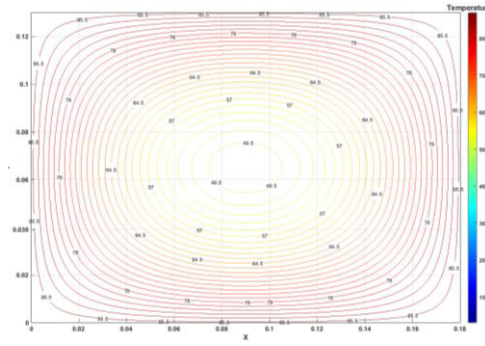


Figura 4. Dimensiones y condiciones de frontera en sección cuadrada. a) plano “x – y”, b) plano “y – z” y c) plano “z – x”.

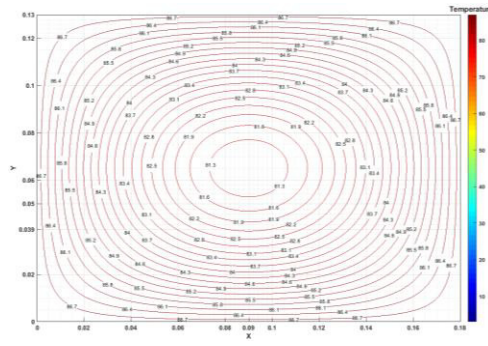
Las simulaciones se realizaron a diferentes tiempos con la finalidad de observar la evolución de la penetración del calor en el trozo de jamón; para ello, se inició con 300 s hasta llegar a los 18,000 s. En la Figura 5 se presentan a manera de ejemplo los perfiles de temperatura para tres tiempos: 900 s, 7,200 s y 18,000 s para los tres planos.



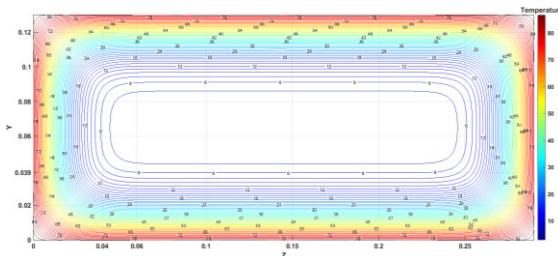
Plano x – y: a) 900



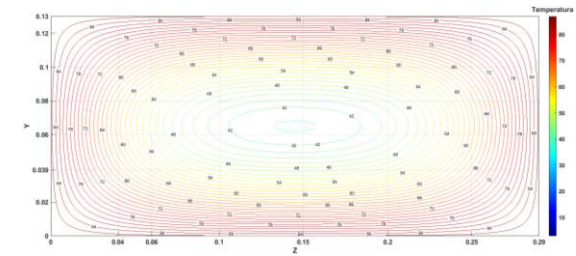
Plano x – y: b) 7,200



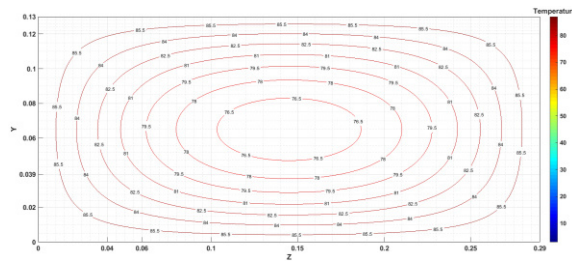
Plano x – y: c) 18,000



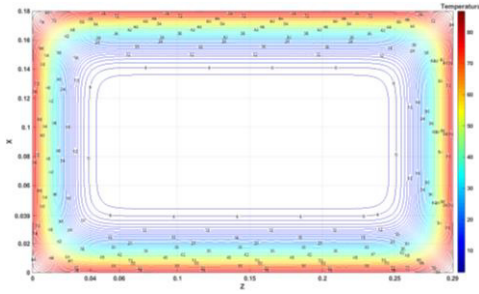
Plano y – z: d) 900 s



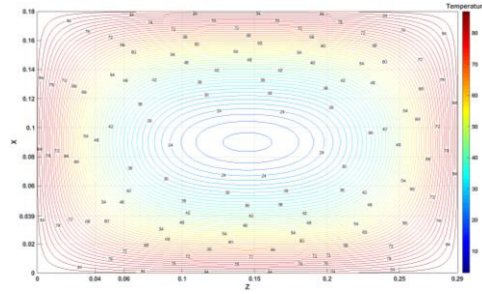
Plano y – z: e) 7,200 s



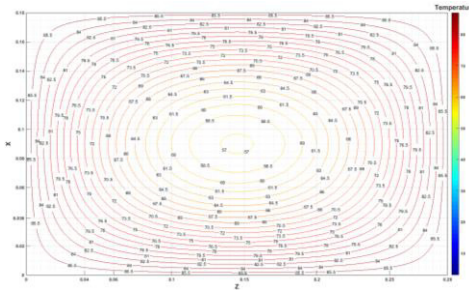
Plano y – z: f) 18,000 s



Plano z – x: g) 900 s



Plano z – x: h) 7,200 s



Plano z – x: i) 1,8000 s

Figura 5. Perfiles de temperatura a tres tiempos para los planos: a) “x – y” para 900 s, b) “x – y” para 7,200 s, c) “x – y” para 18,000 s, d) “y – z” para 900 s, e) “y – z” para 7,200 s, f) “z – y” para 18,000 s, g) “x – z” para 900 s, h) “x – z” para 7,200 s e i) “x – z” para 18,000 s.

En un principio, por ejemplo, a un tiempo de 900 s la temperatura es de 6°C en los planos “x – y”, “z – y” y “z – x” en el punto (6 cm, 3.9 cm) correspondiente a los ejes “x”, “y” y “z”, según sea el caso, como se aprecia en las Figuras 5a, 5d y 5g. Sin embargo, para un tiempo de 7,200 s en el punto (6 cm, 3.9 cm) correspondiente a los ejes “x”, “y” y “z”, según sea el caso, la temperatura es de 58.8°C para el plano “x – y”, 59°C para el “z – y” y 53.5°C para el plano “z – x”, tal como se puede apreciar en las Figuras 5b, 5e y 5h. Por último, para un tiempo de 18,000 s en el punto (6 cm, 3.9 cm) correspondiente a los ejes “x”, “y” y “z”, según sea el caso, la temperatura es de aproximadamente 82.8°C para el plano “x – y”, 81°C para el “z – y” y 75°C para el plano “z – x”, tal como se puede apreciar en las Figuras 5c, 5f y 5i. Además, se puede notar que las temperaturas cercanas al centro del trozo de jamón son 81.3°C para el plano “x – y”, 76.5°C para el “z – y” y 57°C para el plano “z – x”. Es decir, la evolución de los perfiles de temperatura en

los tres planos donde se realizaron las simulaciones, la transferencia de calor es mayor en el plano “x – y”, como es de esperarse, debido a las dimensiones, después en el plano “z – y”, y, por último, en el plano “x – z”.

Por tanto, la predicción del modelo propuesto a través de sus respectivas simulaciones aportaría una idea del tiempo, así como, de la temperatura que se podría alcanzar en distintos puntos del trozo de jamón. Con lo anterior, se podría tener información de la evolución del perfil de temperaturas en el proceso de termoencogido. Sin embargo, esto sólo sería una simulación, lo importante para trabajos futuros sería la realización de experimentos *in situ* con carne en la cámara de termoencogido, para validar los resultados obtenidos en la simulación.

## **Conclusiones**

1. Se efectuaron cinco validaciones con problemas citados en la literatura, mostrando la viabilidad del método del elemento finito con la herramienta de la plataforma en de Matlab, obteniendo resultados y tendencias aceptables. 2. Se realizó la propuesta de simular un trozo de carne en geometría tridimensional, a través de planos, con ello se dirigió el problema a casos bidimensionales. 3. Los resultados obtenidos, muestran un buen acercamiento para la detección y optimización del proceso de transferencia de calor en la cámara de termoencogido. 4. Se recomienda realizar pruebas experimentales con trozos de jamón en una cámara de termoencogido, utilizando sus propiedades fisicoquímicas con la finalidad de validar el método presentado en este trabajo.

## **Agradecimientos**

El presente trabajo fue financiado con el apoyo de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán a través del PIAPI: Modelación, caracterización y elaboración de un prototipo en el proceso de termoencogido para alimentos de origen animal, con clave PIAPI2059.

## Literatura citada

Çengel, Y. A. 2007. Transferencia de Calor y Masa. Un Enfoque Práctico. 3ª ed. McGraw-Hill. México. D. F. 901 p.

Chapra, S. C. y Canale, R. P. 2015. Métodos Numéricos para Ingenieros. 5ª ed. McGraw-Hill. México, D. F. 641 p.

The MathWorks, Inc. 2016. Partial Differential Equation Toolbox™. User's Guide. Natick, MA, USA. 889 p.

Vicéns M., J. L. 2012. Propuesta de una herramienta didáctica para la docencia del método de elementos finitos, aplicado mediante la "Toolbox PDE" de Matlab a la simulación de transmisión de calor en especímenes poscosecha. Tesis de maestría. Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena, España. 74 p.

Thirumaleshwar, M. 2013. Software Solutions to Problems on Heat Transfer. Conduction: Part III. 1st ed. Bookboon.com. 334 p.



## MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS AGRÍCOLAS MEDIANTE COLECCIONES BIOLÓGICAS Y VIRTUALES BAJO PANDEMIA

Zita Padilla Gloria de los Ángeles<sup>1\*</sup>, Esqueda Esquivel Valentín A.<sup>2</sup>, Gilbón Carrasco Verónica G.<sup>1</sup> y Espadas Reséndiz Marcos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. [zitagloria@cuautitlan.unam.mx](mailto:zitagloria@cuautitlan.unam.mx)

<sup>2</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP.

### **RESUMEN**

El Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME), ha sido un motor para la divulgación y actualización de las disciplinas académicas mediante el desarrollo de metodologías y tecnologías educativas, así como la creación de repositorios de contenidos y publicación de materiales educativos. El equipo del proyecto PE 214619 desde hace varios años se ha dedicado a la creación de materiales educativos y publicaciones de apoyo a la docencia, pero, sobre todo, a la creación de colecciones biológicas y virtuales con el objetivo de facilitar la enseñanza presencial, coadyuvar a la elaboración de literatura novedosa, actualizada y original. La pandemia nos ha obligado replantear la manera en cómo enseñamos, investigamos, divulgamos y en consecuencia, se modificó la interacción de todos los actores involucrados en este proceso. El quehacer académico bajo condiciones de confinamiento ha exacerbado carencias añejas, pero al mismo tiempo aceleró la adquisición de una cultura informática por parte de docentes y discentes. Se presentó el reto de cumplir con los contenidos académicos, aprender o perfeccionar el uso de las tecnologías de la información, adaptar la tecnología educativa a un ambiente virtual, ser empáticos con los alumnos y al mismo tiempo mantener la calidad del nivel académico. En este trabajo se presentan las experiencias aprendidas desde esta situación, enfatizando las dinámicas de un avance dispar en las metas comprometidas, al tiempo que se hace un análisis crítico que puede tomarse como una serie de recomendaciones para la nueva normalidad.

**Palabras clave:** Educación superior, educación a distancia, PAPIME, confinamiento, Covid 19.

## **Introducción**

La UNAM fue fundada el 21 de septiembre de 1551 y es la más grande e importante universidad de México e Iberoamérica, siendo sus funciones sustantivas la docencia, investigación y difusión de la cultura (UNAM, 2020). Cuenta con 360,883 alumnos y 41,332 docentes en el ciclo escolar 2019-2020. Su infraestructura informática cuenta con 83,901 computadoras propias con conexión a Internet, 203,801 cuentas activas en la Red Inalámbrica Universitaria y una capacidad de supercómputo de 302 mil millones de operaciones aritméticas por segundo (PEU, 2020).

La Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) impulsa varios programas de apoyo a la investigación, la superación y actualización académica y el mejoramiento de la enseñanza, los cuales coadyuvan al cumplimiento de las funciones sustantivas de la UNAM. En este contexto el Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME) tiene como objetivo: “Impulsar la superación y desarrollo del personal académico mediante apoyo a proyectos que conduzcan a la innovación y al mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje y beneficien a los alumnos, tanto del bachillerato como de la licenciatura de la UNAM. Los proyectos de innovación de la enseñanza deberán girar en torno a temas que permitan una enseñanza creativa, con nuevas formas de pensar, para motivar el interés y la imaginación de los estudiantes y penetrar en los campos multidisciplinarios que permiten resolver situaciones complejas” (DGAPA, 2020).

El equipo de trabajo del proyecto PE 214619 se mantiene colaborando desde el año 2007; es un equipo multidisciplinario que, desde su conformación, ha tenido como objetivos principales el proveer de materiales educativos actualizados de buena calidad y originales que coadyuven al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias agrícolas y sean una fuente de consulta para estudiantes de nivel superior, docentes, técnicos de campo y personas interesadas en las ciencias agrícolas. La divulgación de estos contenidos se ha hecho mediante las plataformas de internet, la presentación de los resultados en congresos nacionales e internacionales, e incluso, en la organización de dos congresos.

Desde el punto de vista disciplinario, el proyecto PE 214619 se centra en el área fitosanitaria (fitopatología y malherbología), las ciencias ambientales y las metodologías de investigación documental. Todo ello enfocado a mejorar la educación presencial. Con el surgimiento de la pandemia de COVID-19, se presentó el reto de utilizar los productos existentes, e incluso de crear unos nuevos, para adecuarlos a la educación en línea, partiendo del hecho de que los recursos educativos que se transmiten mediante videoconferencia no constituyen necesariamente un recurso apto para utilizarse en educación a distancia. Con base en la premisa de continuar brindando conocimientos de calidad, pertinentes, actualizados y originales, el objetivo central de este documento es mostrar las experiencias emanadas de esta situación: los aciertos y los errores, para al final enunciar una serie de conclusiones que pudieran servir de reflexión a docentes y discentes. Es importante señalar que, aunque fueron varios los cursos impartidos por este equipo, en este documento sólo se incluye lo relacionado a dos grupos de dos asignaturas diferentes.

### **Materiales y métodos**

Se trabajó con dos grupos académicos, uno de la asignatura de Control de la Maleza (CM) de 24 alumnos y otro de Seminario de Tesis (ST) de 26 alumnos. La base de este trabajo fue el uso de la plataforma de la Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED, 2020), mediante el portal de aulas virtuales, el uso de Zoom como herramienta de videoconferencia, paquetería Microsoft Office, conexión a internet, equipo de cómputo, imágenes y archivos de sonido con licencia de uso libre, biblioteca digital de la UNAM (BiDi), así como la página web de este proyecto Agrounam (Espinosa, 2020), el sitio de Control de la Maleza (Zita, 2020a) y el sitio de Seminario de Tesis (Zita, 2020c), mensajería instantánea (WhatsApp), teléfono celular, Google Drive, y diverso material de acceso libre como Audacity y fuentes bibliográficas.

Al inicio de cada semestre se les solicita a los alumnos el llenado de un formulario en línea con el cual se elabora un directorio. Esta fue una herramienta fundamental, dado que, en el momento de establecerse el periodo de confinamiento (PCf), los alumnos ya conocían y habían usado las páginas web, el correo electrónico de cada asignatura, el

programa a desarrollar, el grupo de WhatsApp y el manejo de la biblioteca digital de la UNAM. Si no se hubiera partido de esta base, la comunicación habría sido muy complicada.

Al inicio del PCf en CM se continuó la impartición de clases vía Zoom en la modalidad de clase magistral. De forma paulatina se fueron incorporando actividades a desarrollar de manera individual y posteriormente colaborativa. También se incorporaron actividades como exposición de seminarios e investigaciones de temas específicos. Para el cumplimiento de la parte práctica de la materia se realizaron seis prácticas de un total de diez programadas: dos anteriores al PCf y cuatro durante el PCf. Las prácticas que se realizaron durante el PCf fueron objeto de muchas adecuaciones para poderlas adaptar a la enseñanza en línea. Las asesorías para CM se realizaron a petición de los alumnos, vía Zoom, WhatsApp, teléfono celular y correo electrónico. Éstas fueron tanto grupales como individuales. En el caso de ST, dada la naturaleza de la asignatura, todas las asesorías fueron individualizadas.

Para la evaluación de los cursos, los alumnos contaron con tres opciones en la asignatura de CM: a) examen de conocimientos generales del contenido íntegro de la asignatura, b) portafolio de evidencias de la totalidad del curso e investigación sobre un modo de acción y c) portafolio de evidencias de las seis primeras unidades del curso, con una calificación máxima de 6. El portafolio de evidencias consistió en la elaboración de una página web *ex profeso*. Los alumnos de ST contaron con dos opciones: a) elaborar un portafolio de evidencias del curso al término del calendario original y b) tomar el periodo de alargue y rehacer las actividades durante el “periodo de alargue” del semestre y entregarlas vía correo electrónico. En ambas asignaturas se les preguntó a los alumnos si tenían alguna otra propuesta de evaluación sin presentarse ninguna.

## Resultados y discusión

En el caso de CM, se dieron de baja cinco alumnos. Los motivos que esgrimieron fueron: la dificultad para contar con una conexión a internet propia (40%), la necesidad de colaborar con la economía familiar, así como con el trabajo doméstico (20%), la falta de actividades prácticas en una materia netamente de campo (20%), el considerar que no se había realizado el esfuerzo académico necesario y estar en riesgo de obtener una calificación baja que les afectara el promedio general (20%). De los alumnos que no se dieron de baja, dos eligieron la evaluación mediante examen general de conocimientos y uno manifestó falta de acceso a internet en su poblado. Los 17 alumnos restantes continuaron con el curso a distancia y entregaron todas y cada una de las actividades que se solicitaron, incluida la página web (portafolio de evidencias) en donde depositaron los productos que obtuvieron.

Como se indicó líneas arriba, las prácticas se tuvieron que modificar ampliamente, tanto en forma, como en fondo. Las prácticas “Determinación del área mínima de muestreo” y “Determinación de la estructura de una comunidad arvense”, se efectuaron a partir de un campo simulado, en donde se distribuyeron letras, cada una de las cuales representaba una especie vegetal. Los alumnos obtuvieron la curva de especies área, y calcularon los valores de importancia para cada especie. En ambos casos se incluyeron cuestionarios. Finalmente, se les pidió a los alumnos elaborar un diagrama de flujo de la metodología de muestreo.

El trabajo se realizó de manera individual, lo que evidenció en algunos casos, el escaso conocimiento de Excel, el desconocimiento de términos como crecimiento logístico, pendiente, regresión, entre otros. Además, falta de experiencia en la selección del tipo de gráfica para representar una serie de datos, selección de tipo de ecuación que describe una curva, cálculo de la regresión, etc.

Para comprender el tema de ecología de poblaciones se optó porque cada uno de los alumnos representara un país y se les solicitó graficar los datos de quince días de la curva de avance de la pandemia (número de casos por día). Posteriormente debieron realizar el cálculo diario de la pendiente y analizar biológicamente los datos. Este ejercicio se

efectuó con base en lo publicado por la Universidad Johns Hopkins University of Medicine (2020).

La práctica “Análisis de etiquetas de herbicidas” se realizó casi sin cambios; el trabajo fue individual y al final los alumnos debieron realizar una infografía de la metodología seguida para el registro de un agroquímico con base en la legislación actual. La práctica “Modo de acción de herbicidas” fue remplazada con una investigación documental.

Se modificaron también las presentaciones del curso, y se realizaron actividades colaborativas mediante Google Drive. Aunque la mayoría de los alumnos no habían elaborado previamente una página web, la realizaron con una muy buena calidad. Además, se organizaron tres conferencias con especialistas externos; la asistencia fue mayor al número de alumnos inscritos, contando con la participación de alumnos de otros grupos, del grupo de ST, e incluso académicos.

Para ST, no se dio de baja ningún alumno. Sin embargo, sí abandonaron el curso cuatro de ellos. En todos los casos, esto se debió a que se trata de alumnos del último semestre de la carrera y tienen un nivel de exigencia familiar más alto. El trabajo desarrollado con el grupo ST consistió en diversas actividades enfocadas a la adquisición de competencias en investigación, redacción y presentación de escritos académicos, como lo es una tesis. Para ello se elaboró un archivo de audio en formato MP3 acerca de la importancia de citar las fuentes bibliográficas (Zita, 2020d). También se les facilitó bibliografía. Para manejar la herramienta de Word de referencias bibliográficas se elaboró un tutorial en PowerPoint (Zita 2020b). Los alumnos realizaron ejercicios de elaboración de palabras o frases clave, búsquedas en Google Académico, Scielo y BiDi. Con la información que se recabó se les solicitó la elaboración de un ensayo. En este caso su portafolio de evidencias fue elaborado en Drive.

Un problema grave que se detectó en este grupo fue el desconocimiento de lo que son las palabras clave, la poca experiencia en búsquedas bibliográficas de calidad, así como en la redacción, citado de bibliografía y el no respeto a la autoría de las fuentes. Se presentaron casos de plagio y de autoplagio. Lo anterior, no sólo se debe a una carencia de habilidad de herramientas básicas de investigación documental, sino aún más grave, a un problema de ética.

En general, el grupo de CM (sexto semestre) resultó mucho más participativo y comprometido que el de ST (décimo semestre). Los trabajos en general son también de mejor calidad en CM.

Desde el inicio del semestre se observó que el grupo ST era muy heterogéneo, en el nivel académico y la forma de trabajo. Es decir, incluía alumnos de excelencia académica, con habilidades metodológicas esperables en un alumno que se encuentra cursando el último semestre de la carrera. No obstante, por otro lado, también había un pequeño grupo de alumnos (cinco a siete de un total de 26), que no mostraron el nivel académico deseable, ni las herramientas metodológicas y quizá ni siquiera con la vocación necesaria. Si bien es relativamente común la subutilización de la biblioteca digital de la UNAM, esto no debería presentarse en alumnos de semestres avanzados. Las explicaciones pueden ser variadas, pero una de ellas es el escaso conocimiento de la lengua inglesa, por lo que prefieren seguir haciendo búsquedas en español, en Google.

Aunque en ambos grupos los estudiantes están de acuerdo en la importancia de las actividades prácticas en su formación, los alumnos de ST, prefirieron optar por terminar la carrera a la brevedad: la razón que se esgrimió fue la urgencia de integrarse al mercado laboral y en general, una mayor demanda de apoyo por parte de sus familias.

Otra de las situaciones que se observaron es la falta de capacitación entre la comunidad del manejo de educación en línea. Si bien es cierto que la institución y la comunidad en general ha tenido un comportamiento loable para continuar cumpliendo con las labores sustantivas, también es cierto que la migración mecánica de clases magistrales presenciales a clases magistrales por video conferencias no constituye una solución a mediano plazo. Se deberá pues, impulsar capacitación pedagógica en este rubro.

Las actividades prácticas son muy difícilmente sustituibles a diferencia de los saberes teóricos. Se puede continuar con los saberes, pero no con el saber hacer. Con respecto a las llamadas habilidades blandas, su desarrollo en la educación híbrida y a distancia es heterogéneo. Se fortalece la autorregulación, pero no la sociabilidad presencial.

La Real Academia Española define empatía como “Sentimiento de identificación con algo o alguien y capacidad de identificarse con alguien y compartir sus sentimientos” (RAE,

2020). Esta debe prevalecer entre los diferentes actores del proceso de enseñanza-aprendizaje de nuestra universidad en sentido multidireccional. Se debe tener cuidado en no confundir la empatía con una disminución de la exigencia y el nivel académico.

Se debe brindar acompañamiento a los alumnos que, por la pandemia, encuentren dificultades para continuar con sus estudios. Además, se deberán encontrar esas fórmulas de manera colegiada, siempre anteponiendo la seguridad de todos y el cumplimiento de las labores sustantivas de la UNAM.

### **Conclusiones**

1. La pandemia aceleró la comprensión y manejo de los recursos digitales. 2. La pandemia amplió las diferencias económico-sociales de la comunidad estudiantil. 3. El manejo de TIC's es sumamente desigual en la comunidad estudiada. 4. Existe un porcentaje importante de alumnos que no tienen acceso a las TIC's. 5. El conocimiento de la lengua inglesa es bajo. 6. En su mayoría no hay una conciencia de la importancia de citación de fuentes. 7. Los alumnos consultan muy pocas publicaciones periódicas. 8. En los últimos semestres de la carrera los alumnos sufren una mayor presión social y familiar. 9. La institución deberá capacitar a docentes y discentes en pedagogía de la educación a distancia. 10. Los recursos de nuestra institución son muchos y muy variados, deberemos darles un uso más intensivo y eficiente. 11. Existe el riesgo de deserción, por lo que se deben tomar medidas para evitarlo. 12. El compromiso de la comunidad universitaria con la institución es ejemplar.

### **Agradecimientos**

Se contó con el apoyo de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México mediante el proyecto PAPIME PE214619.

### **Literatura citada**

CUAIEED (Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia). 2020. Aulas virtuales. <https://aulas-virtuales.cuaed.unam.mx/> [Consultado el 17 de septiembre de 2020].



DGAPA (Dirección General de Asuntos del Personal Académico). 2020. Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME). <https://dgapa.unam.mx/index.php/fortalecimiento-a-la-docencia/papime> [Consultado el 17 de septiembre de 2020]

Espinosa R., J. 2020. Agrounam 2020. <http://virtual.cuautitlan.unam.mx/agrounam/index.html> [Consultado el 17 de septiembre de 2020]

Johns Hopkins University of Medicine. 2020. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> [Consultado el 17 de septiembre de 2020].

PEU (Portal de Estadísticas Universitarias). 2020. La UNAM en números. (2019-2020). <http://www.estadistica.unam.mx/numeralia/> [Consultado el 17 de septiembre de 2020].

UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 2020. Qué es la UNAM. <https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam/que-es-la-unam> [Consultado el 17 de septiembre de 2020].

RAE (Real Academia Española). 2020. Diccionario de la Lengua Española. Empatía. <https://dle.rae.es/empat%C3%ADa> [Consultado el 17 de septiembre de 2020]

Zita P., G. 2020a. Control de la Maleza. FESC-UNAM <https://sites.google.com/site/controldelamalezafescunam/> [Consultado el 17 de septiembre de 2020].

Zita P., G. 2020b. Herramienta de Word para manejo de referencias bibliográficas. Presentación en PowerPoint. [https://drive.google.com/open?id=1xuolQQ40\\_AkRMc8qOVK78DT0MAgMzV-g](https://drive.google.com/open?id=1xuolQQ40_AkRMc8qOVK78DT0MAgMzV-g) [Consultado el 17 de septiembre de 2020].

Zita P., G. 2020c. Seminario de tesis Agrícola UNAM. <https://sites.google.com/site/seminariodetesisagricolaunam/> [Consultado el 17 de septiembre de 2020].

Zita P., G. 2020d. Taller de elaboración de listas bibliográficas en formato APA [Audio podcast].

<https://drive.google.com/file/d/1AsHDetXdoVqwmUVLAALp1WXU9nzet7qQ/view>

[Consultado el 17 de septiembre de 2020].

## ESTIMACIÓN DEL BALANCE HIDROLÓGICO EN CUENCAS DEL ESTADO DE TAMAULIPAS

Vargas Tristán Virginia<sup>1\*</sup>, Flores Maldonado Karla<sup>1</sup>, Astudillo Sánchez Claudia C.<sup>1</sup> y  
Treviño Carreón Jacinto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas.  
vvargas15@hotmail.com

### RESUMEN

El balance hidrológico es una herramienta muy necesaria para la evaluación y gestión del recurso agua en una determinada región. En este estudio se adoptó la metodología basada en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del Recurso Agua, para estimar la disponibilidad de agua en el estado de Tamaulipas. Esta metodología se aplicó como elemento básico de análisis, incorporando técnicas de interpolación incluidas en los sistemas de información geográfica. Se generó una base de datos climatológica de la zona de estudio, utilizando información procedente de 156 estaciones meteorológicas. Las variables manipuladas fueron: temperaturas (máximas y mínimas), precipitación y evapotranspiración potencial, en un período mínimo de 30 años a nivel diario. Para el balance hidrológico del estado de Tamaulipas, se utilizaron los componentes de precipitación (P), evapotranspiración potencial (ETP), los coeficientes de escurrimientos superficiales ( $Q_s$ ) y el área de las cuencas en estudio. Con base en los resultados de este estudio, se estimó un total de 6,197.72 Mm<sup>3</sup> de agua para el estado de Tamaulipas. Estos resultados podrían servir como marco de referencia para la elaboración de proyectos y actividades relacionadas con la asignación del recurso hídrico para las diferentes actividades (uso doméstico, agrícola, industrial, etc.), por parte de autoridades ambientales.

**Palabras clave:** Disponibilidad de agua, recursos hídricos, sistema de información geográfica.

## Introducción

A lo largo de los años, los problemas de agua en América Latina y el Caribe han sido objeto de múltiples declaraciones, diagnósticos y análisis que han intentado identificar sus fortalezas y debilidades, y proponer reformas que mejoren su gestión. Esta preocupación se ha dado en un contexto en el que se reconoce la importancia del aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos para la calidad de vida de amplios sectores de la población y para el desarrollo socioeconómico regional (Peña, 2016). En la actualidad, el desarrollo económico de las diferentes regiones del planeta ha provocado signos notorios de deterioro en el ciclo hidrológico que se manifiestan en condiciones de escasez del recurso (Durán y Torres, 2006; Monforte y Cantú, 2009). El crecimiento poblacional y económico ha ejercido mayor presión sobre las reservas de agua en México. La competencia por el recurso es ya causa de conflictos de diferente intensidad y escala (Becerra *et al.*, 2006).

Las medidas para lograr la sustentabilidad de los recursos hídricos deben contemplar el uso y aprovechamiento del recurso agua disponible en una región, de manera racional, sin caer en la explotación que propiciaría el agotamiento y desaparición de este en un mediano plazo. Estas medidas deben también buscar el aprovechamiento racional de los recursos asociados al agua; es decir que, para lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos, sean estos naturales o artificiales, es necesario realizar prácticas de manejo adecuado sobre los recursos suelo, flora y fauna, y sobre la infraestructura hidráulica disponible en las zonas de interés (Arellano, 1999; Sánchez, 1999).

Todo estudio hidrológico, tanto de superficie como subterráneo, requiere de la realización de un balance en las diferentes componentes del ciclo hidrológico. Para efectuarlo con detalle, las ecuaciones del balance (conservación de la masa de agua), deben resolverse de forma numérica utilizando programas de cálculo numérico. El balance hidrológico es una herramienta importante en el diseño y operación de diversas estructuras hidráulicas. Así como también en términos de estimar la disponibilidad del agua presente y futura, en diversas regiones (Samper *et al.*, 1999). Estas estimaciones son a su vez necesarias para determinar las concesiones requeridas sobre sus usos, las cuales deben ir enfocadas hacia la sustentabilidad (Domínguez, 1997).

La disponibilidad natural media de agua por habitante en un año es un indicador fundamental para evaluar la situación de los recursos hídricos de una cuenca hidrológica. En la actualidad, más de 50 por ciento de los países tienen disponibilidades medias anuales per cápita menores a 5 mil metros cúbicos, y más de 15 por ciento está colocado por debajo de la barrera que define la escasez crítica. México, con una disponibilidad de 4 mil 94 metros cúbicos por habitante, ya se encuentra en el grupo de los países con disponibilidad baja (Breña y Breña, 2007). El estado de Tamaulipas, por su localización geográfica y orográfica, presenta una gran variedad de climas, donde la precipitación promedio anual es de 891 mm, y la humedad relativa promedio es de 67.5%. Se estima que la cantidad total de agua disponible en el estado es de 6,153 millones de m<sup>3</sup>, de los cuales, el 95.1% lo constituyen las aguas superficiales y el 4.9% es agua subterránea (INEGI, 1983).

En los últimos años se han tenido intensas y prolongadas sequías que han afectado el abastecimiento de agua en las principales presas y cuerpos de agua de Tamaulipas. Por otra parte, debido al mal manejo que se ha dado al recurso hídrico, se han presentado problemas en el abastecimiento del agua en los diferentes sectores de la producción. Estas pérdidas, interactúan con el deterioro ambiental, el cual afecta no sólo la calidad del agua, sino también la cantidad y los regímenes de precipitación y escurrimiento, que han sufrido alteraciones importantes en su distribución en espacio y tiempo, lo que en algunas regiones reducirá aún más la cantidad de agua disponible. La escasez y el uso indiscriminado del agua plantean una creciente y seria amenaza para el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente.

Ante esta problemática, es importante el desarrollo de programas y proyectos enfocados al manejo y uso eficiente del recurso hídrico. Para lograr lo anterior, es importante como primer punto conocer la cantidad de agua en una región determinada, con el objetivo de satisfacer las necesidades de la población a la cual se beneficia. En este sentido, el balance hidrológico representa una herramienta importante en la cuantificación del agua en un área determinada, estas estimaciones permiten establecer una planeación adecuada y diseños enfocados a un aprovechamiento óptimo del recurso hídrico. En función de lo mencionado, en el presente trabajo de investigación se pretende utilizar la

herramienta de los sistemas de información geográfica (SIG) e información de variables climatológicas, para determinar la disponibilidad de agua en las diferentes cuencas del estado de Tamaulipas.

## **Materiales y métodos**

La presente investigación se llevó a cabo en el estado de Tamaulipas, ubicado al noreste de la República Mexicana. Geográficamente se localiza entre los paralelos 22°12'31" y 27°40'52" de latitud Norte, y los meridianos 97°08'38" y 100°08'51" de longitud Oeste. El trópico de cáncer cruza su territorio al sur de Ciudad Victoria.

En este estudio se adoptó la metodología basada en la 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. Esta metodología se aplicó como elemento básico de análisis, incorporando técnicas de interpolación incluidas en los sistemas de información geográfica.

Se generó una base de datos climatológica de la zona de estudio, utilizando información procedente de 156 estaciones meteorológicas. Las variables manipuladas fueron: temperaturas (máximas y mínimas), precipitación y evapotranspiración potencial, en un período mínimo de 30 años a nivel diario.

Para el balance hidrológico (BH) del estado de Tamaulipas, se utilizaron los componentes de precipitación (P), evapotranspiración potencial (ETP), los coeficientes de escurrimientos superficiales ( $Q_s$ ) y el área de las cuencas en estudio. La variable precipitación es un componente por excelencia de aporte para el BH de una zona. Para esta variable se utilizaron los datos mensuales y anuales de las 156 estaciones climatológicas del estado, con las cuales se creó el mapa de isoyetas. Los diferentes intervalos de precipitación en mm, se convirtieron a metros (m) en cada una de las cuencas del área, y se multiplicaron por la superficie ( $m^2$ ) de cada intervalo de precipitación, para finalmente obtener los millones de metros cúbicos ( $Mm^3$ ) disponibles por cuenca hidrológica. Para la estimación de la evapotranspiración potencial se utilizó el método de Thornthwaite, uno de los más usados a nivel mundial, debido a que sólo exige el uso de una variable meteorológica: la temperatura. Para la determinación de la

velocidad de escurrimiento, se utilizó el método indirecto, denominado: precipitación-escurrimiento. Hasta este punto se generó una nueva cobertura o mapa temático denominado escurrimientos superficiales en cada cuenca del área de estudio, mediante la herramienta Arc-Gis Versión 10.2, Escala 1:000 000. Esta información se comparó con los escurrimientos superficiales que reporta el INEGI (1983) en la cartografía a la misma escala. El objetivo de calcular los coeficientes de escurrimiento ( $C_e$ ) con la metodología mencionada anteriormente fue debido principalmente a que el INEGI reporta los  $C_e$  a nivel de cuencas y no de subcuencas, lo que da una aproximación de detalle más específico al estudio. Para la creación de la cartografía temática de la disponibilidad hídrica se generaron isolíneas del balance hidrológico, para lo cual se utilizó el método de interpolación espacial Kriging Universal, incluido en el SIG Arc-Gis 10.2. Las variables interpoladas fueron, precipitación, evaporación, evapotranspiración potencial y disponibilidad de agua para el estado del Tamaulipas.

## **Resultados y discusión**

En la Figura 1 se presenta la información espacial y numérica de la disponibilidad de agua en cada una de las Regiones Hidrológicas RH y cuencas del estado de Tamaulipas.

En los siguientes párrafos se realiza una descripción de cada cuenca, mencionando los valores que se estimaron y su ubicación en el estado. De las 37 Regiones Hidrológicas que existen en el país, corresponden al Estado de Tamaulipas porciones de cuatro regiones hidrológicas: RH. No. 24 “Bravo-Conchos”, RH. No. 25 “San Fernando-Soto la Marina”, RH. No. 26 “Bajo Río Pánuco”, RH. No. 37 “El Salado”. A continuación, se presentan las principales características de cada RH y la disponibilidad de agua que se determinó en cada una de las cuencas que las constituyen:

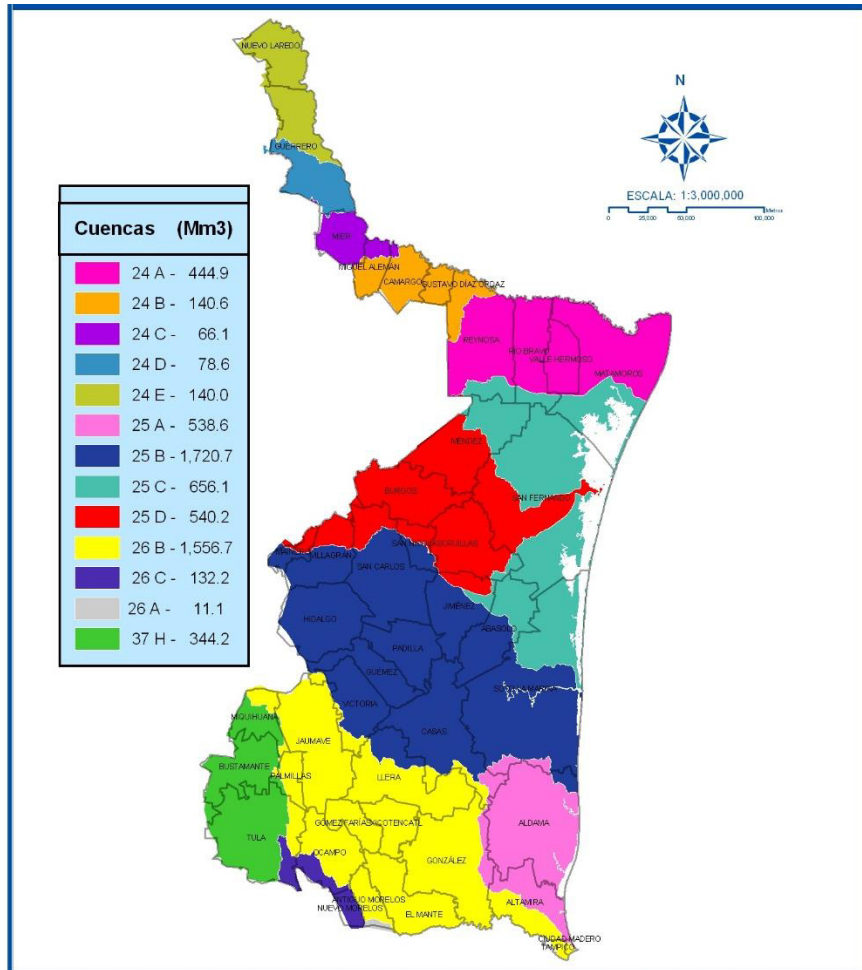


Figura 1. Disponibilidad de agua por cuencas hidrológicas en Tamaulipas, México.

**Región Hidrológica No. 24 “Bravo-Conchos”.** Está ubicada en la totalidad del norte de Tamaulipas hasta los límites con la Laguna Madre; cubre una superficie de 1,444,133.87 ha, que corresponden al 18.49% de la superficie del estado (7,832,007.29 ha). En esta RH se estimaron 870.14 Mm<sup>3</sup> de agua. A continuación, se detalla la información de las cuencas que conforman a esta RH: **Cuenca 24A Río Bravo-Matamoros-Reynosa.** En esta cuenca se determinó un total de 444.88 Mm<sup>3</sup>. Comprende una superficie de 851,336.68 ha (10.87%), en donde se ubican las áreas de riego del Distrito de Riego 025 Bajo Río Bravo y algunas extensiones del Distrito de Riego 026 Bajo Río San Juan. **Cuenca 24B Río Bravo-San Juan.** La disponibilidad de agua en esta cuenca fue de 140.58 Mm<sup>3</sup>. El río San Juan está considerado como segundo en importancia por la gran cantidad de agua que aporta a la corriente principal del río Bravo. Nace en la Sierra de la Cebolla, en la Sierra Madre Oriental a 3,033 m de altitud, y tiene una superficie de



113,563.77 ha (1.45%). **Cuenca 24C Río Bravo-Sosa.** En esta cuenca se determinó un total de 66.07 Mm<sup>3</sup>. Tiene una extensión de 115,130.17 ha (1.47%). El río Sosa es afluente derecho del Río Álamo y nace en la Sierra Picachos, a unos 34 km, al occidente de Cerralvo, Nuevo León; Tiene como subcuencas intermedias a las siguientes: Río Bravo-Cd. Mier, Arroyo Saladito, Río Sosa y Río Álamo. **Cuenca 24D Presa Falcón-Río Salado.** Presentó un total de 78.58 Mm<sup>3</sup>. Esta cuenca tiene una superficie de 137,842.92 ha, que corresponden al 1.76% de la entidad. Su importancia, radica en que además de irrigar la superficie del Distrito de Riego 025 Bajo Río Bravo, sirve para controlar en parte las aguas de grandes avenidas en las épocas de lluvias torrenciales y de huracanes. **Cuenca 24E Río Bravo-Nuevo Laredo.** En esta cuenca se determinaron un total de 140.03 Mm<sup>3</sup>. El área que comprende dentro del estado es de 230,260.33 ha (2.94%). Los escurrimientos son escasos y de carácter intermitente, debido a las bajas precipitaciones que se presentan en la zona. Los aprovechamientos son pocos y básicamente consisten en bombeos directos del río Bravo.

**Región Hidrológica No. 25 San Fernando-Soto La Marina.** Es una de las RH con más extensión, contando con 4,331,870.43 ha que corresponden al 55.31% de la superficie de la entidad; en ésta se estimaron un total de 3,455.58 Mm<sup>3</sup>. También se le llama “Golfo Norte”. En el estado de Tamaulipas presenta áreas de escurrimiento hacia el Golfo de México, a través de la cuenca del río Bravo y hasta la cuenca del río Pánuco. Se subdivide en cuatro cuencas, las cuales se describen a continuación: **Cuenca 25A Laguna de San Andrés-Laguna Morales.** Presenta una superficie dentro del estado de 631,257.92 ha (8.06%). En esta cuenca se estimaron 538.57 Mm<sup>3</sup>. En la parte norte se encuentra la laguna Morales y en la porción sur, la de San Andrés. **Cuenca 25B Río Soto la Marina:** El área que abarca en el estado es de 1,862,445.83 ha. Debido a que representa el 23.78% del área total y es la corriente más extensa dentro de la Región Hidrológica No. 25, se estimaron las más altas disponibilidades de agua, alcanzando un total de 1,720.67 Mm<sup>3</sup>. **Cuenca 25C Laguna Madre.** En esta cuenca se estimó un total de 656.15 Mm<sup>3</sup>. Tiene una superficie dentro del estado de 960,201.26 ha (12.26%); se extiende a lo largo de la costa del Golfo de México, desde la desembocadura del río Soto La Marina, en su parte sur, hasta el límite de la Región Hidrológica No. 24. **Cuenca 25D Río San Fernando.** Dentro de Tamaulipas tiene un área de 877,965.42 ha (11.21%), siendo

después del río Bravo, la primera corriente importante que de norte a sur desemboca en el Golfo de México. Se determinaron un total de 540.19 Mm<sup>3</sup>.

**Región Hidrológica No. 26 Bajo Río Pánuco.** Ocupa dentro del estado un área de 1,602,447.10 ha, que corresponden al 20.46% del total de la entidad. En esta RH se estimó un total de 1,699.91 Mm<sup>3</sup>. Está considerada como una de las cinco más importantes del país, tanto por el volumen de sus escurrimientos, como por la superficie que ocupa. Se encuentra formada por tres cuencas que se detallan a continuación:

**Cuenca 26B Río Tamesí.** Presenta una disponibilidad de 1,556.66 Mm<sup>3</sup>, considerada como la más alta en esta RH. El área que ocupa dentro del estado es de 1,497,498.51 ha (19.21%). Se origina en el estado de Tamaulipas al norte de Miquihuana, a una altitud de 3,400 m, donde se le conoce con el nombre de río Alamar, que al recibir las aguas del arroyo Maravilla, cambia su nombre por el de río Chihue, hasta llegar a la confluencia del río Jaumave, donde se le denomina río Guayalejo. Posteriormente, en la confluencia del río Naranjo, se le denomina río Tamesí y sirve de límite estatal entre Tamaulipas y Veracruz.

**Cuenca 26C Río Tamuín.** Se tiene un total de 132.19 Mm<sup>3</sup>. La extensión dentro de Tamaulipas es de 100,249.40 ha (1.28%). Nace en el estado de San Luis Potosí, en las inmediaciones del poblado de Tamuín. Las subcuencas intermedias son: Río Puerco, Río Mesilla y Río de los Naranjos.

**Cuenca 26A Río Pánuco.** En esta cuenca se estimó un total de 11.06 Mm<sup>3</sup>, debido a que es la que presenta la más baja superficie en el estado, con 4,699.19 ha, que corresponden al 0.06% de la superficie de la entidad.

**Región Hidrológica No. 37 El Salado.** Está constituida por una serie de cuencas cerradas de diversas dimensiones. En el estado de Tamaulipas, solamente le corresponde parte de una cuenca.

**Cuenca 37H Sierra Madre.** La superficie que ocupa dentro del estado es de 449,555.89 ha que representan el 5.74% de la superficie estatal. En esta cuenca se ubican varias sierras como son las de Los Borregos, El Pinal, El Conche y Las Ventanas; sin embargo, dadas las escasas precipitaciones no llegan a tomar cauces permanentes ni abundantes. Presenta como subcuencas intermedias a: Tula, Bustamante y Dr. Arroyo. En esta cuenca se estimó un total de 172.09 Mm<sup>3</sup>.

## Conclusiones

En el estado de Tamaulipas se tienen marcadas diferencias interestacionales e interanuales en los patrones hídricos, ocasionadas por los diferentes fenómenos que azotan la entidad, como: huracanes, lluvias torrenciales y períodos de sequía. Con base en los resultados de este estudio, se estimó un total de 6,197.72 Mm<sup>3</sup> de agua para la entidad. Estos resultados podrían servir como marco de referencia para la elaboración de proyectos y actividades relacionadas con la asignación del recurso hídrico para las diferentes actividades por parte de autoridades ambientales.

## Literatura citada

Arellano, J. 1999. El manejo de cuencas en Chiapas: una estrategia para el desarrollo regional sustentable. p. 29-48. *In: IX Congreso Nacional de Irrigación*. Culiacán, Sin., México.

Becerra P., M., Sáinz S., J. y Muñoz P., C. 2006. Los conflictos por agua en México. Diagnóstico y análisis. *Gestión y Política Pública* 14(1):111-143.

Breña P., A. F. y Breña N., J. A. 2007. Disponibilidad de agua en el futuro de México. *Ciencia* 58(3):64-71.

Durán J., M. y Torres R., A. 2006. Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad* 12(36):129-162.

Domínguez, R. 1997. Water balance in hydrological basins. *Journal Water International* 22(3):168-171. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02508069708686697>

[Consultado el 11 de agosto de 2020].

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 1983. Síntesis Geográfica del Estado de Tamaulipas. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F. 17 p.

Monforte G., G. y Cantú M., P. C. 2009. Escenario del agua en México. *Culcyt Recursos Hídricos* 6(30):31-40.

Peña, H. 2016. Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe. CEPAL. Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 178. Santiago de Chile. 55 p.

Samper, J., Huguet, L., Ares, J. y García-Vera, M. A. 1999. Modelos interactivos de balance hidrológico. p. 187-193. *In*: Muñoz-Carpena, R., Ritter, A. y Tascón, C. (eds.). Estudios de la Zona No Saturada del Suelo. ICIA. Tenerife, España.

Sánchez, R. 1999. Conservación e impactos ambientales en Tomatlán, Jalisco. p. 83-90. *In*: IX Congreso Nacional de Irrigación. Culiacán, Sin., México.

## **Mejoramiento genético y biotecnología**



## EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE FRIJOL NEGRO POR TOLERANCIA A ROYA [*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* (Pers.) Unger]

Esqueda Esquivel Valentín A.<sup>1\*</sup>, Tosquy Valle Oscar Hugo<sup>1</sup>, Ibarra Pérez Francisco Javier<sup>1</sup> y Garrido Ramírez Eduardo Raymundo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. [esqueda.valentin@inifap.gob.mx](mailto:esqueda.valentin@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Campo Experimental Centro de Chiapas. CIRPAS. INIFAP.

### **RESUMEN**

La roya [*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* (Pers.) Unger] es una de las enfermedades que más afectan al cultivo del frijol en el estado de Veracruz. Su control químico encarece el costo de producción, por lo que el desarrollo de variedades resistentes a esta enfermedad se considera la estrategia más adecuada para enfrentar este problema. En el ciclo invierno-primavera 2020 se estableció un experimento de campo en el municipio de Orizaba, Ver., con objeto de determinar la resistencia a la roya de líneas avanzadas de frijol negro, seleccionadas en condiciones de invernadero por su respuesta a la inoculación artificial de esporas de este patógeno, colectadas en diversas localidades de los estados de Veracruz y Chiapas. Se evaluaron 14 genotipos de frijol: 11 líneas avanzadas y las variedades comerciales Negro Medellín, Negro Jamapa y Verdín, en diseño experimental bloques al azar con tres repeticiones. Las variables cuantificadas fueron: 1. Días a floración media, 2. Días a madurez fisiológica, 3. Reacción a la incidencia de roya, 4. Peso de 100 semillas y 5. Rendimiento de grano. La floración se presentó entre los 42 y 49 días de la siembra, y la madurez fisiológica entre los 76 y 86 días, siendo en ambos casos la variedad Verdín el genotipo más precoz. Las líneas Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-2, Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-1, Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-4, Negro Citlali/XRAV-187-3-1-5 y Negro Citlali/XRAV-187-3-1-6, tuvieron incidencias de roya de entre 2.33 y 3.33, lo que indica que son resistentes a esta enfermedad. El peso de 100 semillas no se correlacionó con el rendimiento de grano, ni fue afectado por la incidencia de la enfermedad. Las líneas Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-4 y Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-2 fueron las más productivas con un rendimiento de grano estadísticamente similar al de las líneas Papaloapan/SEN 46-2-6, Papaloapan/SEN 46-

7-10, Negro Citlali/XRAV-187-3-1-5 y Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-1, y superior al del resto de los genotipos.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris* L., líneas avanzadas, variedades, enfermedades.

## Introducción

En el estado de Veracruz se siembra frijol negro y opaco, por ser el de mayor preferencia por los consumidores (Rodríguez-Licea *et al.*, 2010; Tosquy *et al.*, 2014; Ugalde-Acosta *et al.*, 2014). En 2018, en la entidad se cosecharon 30,798 ha de este cultivo, en las que se obtuvieron 25,707 t de grano, para un rendimiento promedio de 835 kg/ha (SIAP, 2020). Una de las causas de la baja productividad, es la siembra de variedades susceptibles a enfermedades fungosas, como la roya [*Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* (Pers.) Unger] (López *et al.*, 2012), que, cuando se presenta durante la etapa vegetativa del cultivo, puede reducir significativamente el rendimiento de grano (López *et al.*, 2006). La roya se puede controlar mediante la aplicación de fungicidas, pero normalmente se requiere de más de una aplicación (Mena y Velásquez, 2010), lo que incrementa los costos del cultivo.

Una estrategia viable para la solución de este problema es el mejoramiento genético para desarrollar variedades con resistencia a esta enfermedad, manteniendo su adaptación a las zonas frijoleras del estado de Veracruz. Para iniciar este proceso, se elaboró el proyecto “Desarrollo de genotipos de frijol negro de alto rendimiento, amplia adaptación y con resistencia a roya y antracnosis para el trópico húmedo de Veracruz y Chiapas”, el cual fue aprobado y financiado por el INIFAP.

Entre los meses de julio y diciembre de 2018, en siembras comerciales de frijol, se realizaron 46 colectas de hojas del cultivo infectadas con roya, en 30 localidades de 16 municipios de los estados de Veracruz y Chiapas (Esqueda *et al.*, 2019). Las muestras se enviaron al Laboratorio de Fitopatología del Campo Experimental Centro de Chiapas del INIFAP, en Ocozocoautla, Chis., en donde se realizaron aislamientos monopustulares



y multiplicación de esporas y se inocularon artificialmente sobre 53 líneas avanzadas y tres variedades de frijol, para determinar su grado de resistencia (Garrido *et al.*, 2019). Con las líneas que mostraron mayor resistencia se conformó un ensayo uniforme de rendimiento, el cual se estableció en el ciclo invierno-primavera 2020 en la región de las Altas Montañas de Veracruz, con el objetivo de determinar su nivel de resistencia a la roya en condiciones de campo e identificar las que muestren mayor rendimiento que las variedades testigo.

## **Materiales y métodos**

Este ensayo uniforme de rendimiento se estableció en la localidad de Rincón Grande, mpio. de Orizaba, Ver., en un suelo de textura arena migajosa, con pH moderadamente ácido (6.51), rico en su contenido de materia orgánica (5.96%), bajo en nitrógeno y alto en fósforo, potasio, calcio y magnesio. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con 14 tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en 11 líneas avanzadas (Papaloapan/SEN 46-2-6, Papaloapan/SEN 46-3-2, Papaloapan/SEN 46-7-7, Papaloapan/SEN 46-7-10, Papaloapan/SEN 46-7-12, Negro Citlali/XRAV-187-3-1-5, Negro Citlali/XRAV-187-3-1-6, Negro Citlali/XRAV-187-3-1-8, Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-2, Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-1 y Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-4) y las variedades comerciales Negro Medellín, Negro Jamapa y Verdín, liberadas por el INIFAP (López y Acosta, 2002; Rosales *et al.*, 2004; Tosquy *et al.*, 2016). Las parcelas experimentales estuvieron conformadas por tres surcos de 5 m de longitud y 0.60 m de separación, y como parcela útil se consideró el surco central de cada parcela experimental.

La siembra se realizó en forma manual el 18 de febrero de 2020. Se depositó la semilla “a chorrillo” en el lomo del surco, a una densidad de 250,000 plantas/ha. La fertilización y el control de plagas se realizó de acuerdo con las recomendaciones del INIFAP para el cultivo del frijol en Veracruz (López *et al.*, 2017). Debido a la naturaleza del ensayo, no se aplicaron fungicidas. Durante el desarrollo del cultivo se aplicaron seis riegos por gravedad con un intervalo de entre 10 y 15 días, dependiendo de las condiciones de humedad del terreno. La cosecha de las parcelas útiles se realizó manualmente el 19 de

mayo; las plantas se arrancaron, se trillaron con una vara y el grano obtenido se almacenó en una bolsa de papel.

Las variables medidas fueron: 1. Días a floración media. Se contaron a partir de la siembra hasta que el 50% de las plantas tuvieron una flor abierta. 2. Días a madurez fisiológica. Se contaron a partir de la siembra, hasta que las vainas en el 50% de las plantas de cada parcela experimental cambiaron de color, de verde a amarillo o morado, dependiendo del genotipo. 3. Incidencia de roya. Se realizó de manera visual en la etapa R8, utilizando la escala de 1 a 9, para evaluar la reacción del germoplasma de frijol a patógenos fungosos (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987), donde: 1 - 3 = Resistente (síntomas no visibles o muy leves), 4 - 6 = Reacción intermedia (síntomas visibles que sólo ocasionan un daño económico limitado) y 7 - 9 = Susceptible (síntomas severos a muy severos, que causan pérdidas considerables en el rendimiento o la muerte de la planta). 4. Peso de 100 semillas. Se tomaron al azar 100 semillas de cada parcela útil, las cuales se pesaron con una báscula digital de precisión y se registró su peso en gramos. 5. Rendimiento de grano. El grano cosechado de cada parcela útil se limpió y se le determinó su peso y su humedad con un determinador portátil. Los datos se transformaron a kilogramos por hectárea al 14% de humedad.

Los datos de las variables cuantificadas se sometieron a análisis de varianza y para la separación de promedios se aplicó la prueba basada en la Diferencia Mínima Significativa al 5% de probabilidad de error (DMS,  $\alpha=0.05$ ). También se realizaron análisis de correlación entre los valores promedio de incidencia de roya, el peso de 100 semillas y el rendimiento de grano de los genotipos, para determinar si esta enfermedad afectó significativamente la producción de grano.

## **Resultados y discusión**

En el Cuadro 1 se muestra que, en todas las variables cuantificadas se detectó significancia estadística entre tratamientos. Siete líneas avanzadas y la variedad Negro Jamapa, tuvieron su floración en un tiempo significativamente más tardío, que el del resto

de los genotipos. Estos ocho genotipos, junto con las líneas Papaloapan/SEN 46-7-7 y Negro Citlali/XRAV-187-3-1-6, y la variedad Negro Medellín, también fueron las más tardías en alcanzar la madurez fisiológica, en tanto que, la variedad Verdín fue la más precoz en llegar a ambas etapas fenológicas. La característica de precocidad de esta variedad le permite escapar a periodos de sequía, que comúnmente ocurren en las siembras de frijol del estado de Veracruz (Tosquy *et al.*, 2018).

Cuadro 1. Características agronómicas y rendimiento de grano de genotipos de frijol negro evaluados en Rincón Grande, Orizaba, Ver. Ciclo de invierno-primavera de 2020.

Genotipo	FL (d)	MF (d)	Roya (escala 1-9)	P100S (g)	RG (kg/ha)
Papaloapan/SEN 46-2-6	47.33*	85.00*	3.67	18.67*	1640.00*
Papaloapan/SEN 46-3-2	47.67*	85.33*	4.00	18.73*	1213.33
Papaloapan/SEN 46-7-7	47.00	84.67*	4.00	18.43*	1266.67
Papaloapan/SEN 46-7-10	48.33*	86.00*	3.67	18.60*	1464.33*
Papaloapan/SEN 46-7-12	49.00*	86.33*	3.67	18.33*	1246.33
Negro Citlali/XRAV-187-3-1-5	48.33*	86.33*	2.33	14.00	1433.33*
Negro Citlali/XRAV-187-3-1-6	47.00	85.33*	3.00	14.47	1206.67
Negro Citlali/XRAV-187-3-1-8	45.33	83.00	4.67*	13.87	1184.67
Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-2	47.33*	85.33*	2.67	15.13	1671.33*
Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-1	48.33*	86.33*	2.33	16.27	1409.00*
Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-4	45.33	80.00	3.33	18.00*	1737.67*
Negro Medellín	47.00	86.00*	5.67*	17.60*	1122.33
Negro Jamapa	47.67*	86.00*	5.00*	17.80*	1180.00
Verdín	42.00	76.00	5.33*	18.07*	1204.33
Promedio	46.97	84.40	3.81	17.00	1355.71
ANVA	**	**	**	**	*
CV (%)	2.11	1.38	23.78	6.98	16.64
DMS (0.05)	1.668	1.954	1.521	1.993	378.78

FL = Días a floración media. MF = Días a madurez fisiológica. P100S = Peso de 100 semillas. RG = Rendimiento de grano. \* =  $P \leq 0.05$ . \*\* =  $P \leq 0.01$ . \*Genotipos estadísticamente superiores, según la Diferencia Mínima Significativa (DMS, 0.05).

Cabe mencionar, que a los 15 días después de la siembra del ensayo, hubo un periodo de 20 días, en el que prevalecieron condiciones de humedad relativa mayor a 80% y

temperaturas de entre 15.4 y 28°C, que favorecieron la incidencia de roya (Schwartz *et al.*, 2004), enfermedad que afectó significativamente el rendimiento de frijol ( $r = -0.608^*$ ), debido principalmente a que se presentó desde el inicio de la etapa fenológica R5 (prefloración) del cultivo, que es cuando puede causar el mayor daño a las plantas de frijol (López *et al.*, 2006). Las tres líneas provenientes de la crucea Jamapa Plus/XRAV-187, junto con las líneas Negro Citlali/XRAV-187-3-1-5 y Negro Citlali/XRAV-187-3-1-6, mostraron resistencia a la roya, con calificaciones de incidencia que variaron de entre 2.33 y 3.33, en tanto que, las variedades Negro Medellín, Verdín y Negro Jamapa, y la línea Negro Citlali/XRAV-187-3-1-8, presentaron daños significativos por esta enfermedad (Cuadro 1). El resto de los genotipos tuvieron una reacción intermedia, con valores de incidencia de entre 3.67 y 4.0 (Shoonhoven y Pastor-Corrales, 1987). Las cinco líneas provenientes de la crucea Papaloapan/SEN 46, la línea Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-4 y las tres variedades testigo, tuvieron un peso de 100 semillas estadísticamente superior al del resto de los genotipos; sin embargo, esta variable no se relacionó con el rendimiento de grano ( $r = 0.024$  ns), ni tampoco fue afectada significativamente por la incidencia de roya ( $r = 0.399$  ns). Por su parte, Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-4 y Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-2 fueron las líneas más productivas, con un rendimiento de grano mayor a 1,670 kg ha<sup>-1</sup>, estadísticamente similar al de las líneas Papaloapan/SEN 46-2-6, Papaloapan/SEN 46-7-10, Negro Citlali/XRAV-187-3-1-5 y Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-1, y superior al del resto de los genotipos (Cuadro 1). Las variedades Negro Medellín, Negro Jamapa y Verdín, junto con la línea Negro Citlali/XRAV-187-3-1-8, fueron las menos rendidoras, principalmente porque presentaron una mayor incidencia de roya.

Este grupo de líneas continuará su proceso de evaluación en otros seis ambientes de Veracruz y Chiapas, donde es común la incidencia de enfermedades fúngicas, incluida la roya, antes de liberar y registrar alguna de ellas ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas como nueva variedad, para su uso comercial.

## **Conclusiones**

1. Se identificaron cinco líneas avanzadas con resistencia a roya, de las cuales, Jamapa Plus/XRAV-187-3-4-4 y Jamapa Plus/XRAV-187-3-1-2 fueron las más productivas, con un rendimiento de grano significativamente superior al de las variedades testigo y un peso de 100 semillas muy similar al de la variedad Negro Jamapa de alta demanda comercial en el sureste de México. 2. La primera línea también mostró un ciclo de madurez significativamente más precoz, que las variedades Negro Jamapa y Negro Medellín.

### **Literatura citada**

Esqueda E., V. A., Tosquy V., O. H., Garrido R., E. R., Rodríguez R., J. R. e Ibarra P., F. J. 2019. Colecta de material vegetal de frijol infectado con roya y antracnosis en Veracruz y Chiapas. p. 335-342. *In: XXXII Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Veracruz 2019*. Boca del Río, Ver., México.

Garrido R., E. R., Cruz C., F. J. y Tosquy V., O. H. 2019. Evaluación de la resistencia de genotipos de frijol a la roya. p. 45. *In: XIV Congreso de Biotecnología*. Ocosingo, Chis., México.

López S., E. y Acosta G., J. A. 2002. Negro Medellín, nueva variedad de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) para la región trópico húmedo de México. *Agricultura Técnica en México* 28(2):175-177.

López S., E., Tosquy V., O. H. e Ibarra P., F. J. 2017. Frijol. p. 33-36. *In: Agenda Técnica Agrícola Veracruz*. SAGARPA. INIFAP. COFUPRO. México, D. F.

López S., E., Tosquy V., O. H., Jiménez H., J., Salinas P., R. A., Villar S., B. y Acosta G., J. A. 2012. Rendimiento y adaptación de la variedad de frijol Negro Comapa en dos regiones de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35(4):309-315.

López S., E., Tosquy V., O. H., Villar S., B., Becerra L., E. N., Ugalde A., F. J. y Cumpián G., J. 2006. Adaptabilidad de genotipos de frijol resistentes a enfermedades y a suelos ácidos. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(1):33-39.

Mena C., J. y Velásquez V., R. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Folleto Técnico No. 24. SAGARPA. INIFAP. CIRNOC. Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zac., México. 83 p.

Rodríguez-Licea, G., García-Salazar, J. A., Rebollar-Rebollar, S. y Cruz-Contreras, A. C. 2010. Preferencias del consumidor de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México: factores y características que influyen en la decisión de compra diferenciada por tipo y variedad. *Paradigma Económico* 2(1):121-145.

Rosales S., R., Acosta G., J. A., Muruaga M., J. S., Hernández C., J. M., Esquivel E., G. y Pérez H., P. 2004. Variedades Mejoradas de Frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico No. 6. División Agrícola. SAGARPA. INIFAP. CIR Centro. Campo Experimental Valle de México. Chapingo, Edo. de Méx., México. 148 p.

Schoonhoven van, A. y Pastor-Corrales, M. A. (comps.).1987. Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 56 p.

Schwartz, H. F., Steadman, J. R. and Lindgren, D. T. 2004. Rust of dry beans. *Crop Series: Diseases* No. 2.936. Colorado State University. Cooperative Extension. Fort Collins, CO, USA. 3 p.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. Frijol. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do) [Consultado el 31 de julio de 2020].

Tosquy V., O. H., López S., E., Acosta G., J. A. y Villar S., B. 2014. Detección de líneas de frijol negro con adaptación en el trópico húmedo del sureste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(6):911-921.

Tosquy V., O. H., López S., E., Ibarra P., F. J., Villar S., B., Rodríguez R., J. R., Acosta G., J. A. et al. 2018. Registration of 'Verdín', an early-season, opaque black-seeded bean cultivar. *Journal of Plant Registrations* 1(12):13-18.

Tosquy V., O. H., López S., E., Villar S., B., Acosta G., J. A. y Rodríguez R., J. R. 2016. Verdín: variedad de frijol negro tolerante a sequía terminal para Veracruz y Chiapas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(7):1775-1780.

Ugalde-Acosta, F. J., López-Salinas, E., Lépiz-Idelfonso, R., Viana-Ruano, A. y Leyva-Vela, S. 2014. Producción artesanal de semilla de frijol con participación municipal en Veracruz, México. *Agronomía Mesoamericana* 25(1):35-44.





## INHIBICIÓN DEL DESARROLLO *IN VITRO* DE *Aspergillus ochraceus* Y *A. niger* CON 19 ACEITES ESENCIALES

Moreno Lara Josefina<sup>1</sup>, Mondragón Hernández Aimeé<sup>2</sup>,  
Fragoso Torres María Isabel<sup>2</sup>, Márquez Rivera Flor Selenia<sup>2</sup>,  
Ramírez Zárate Stephany Nataly<sup>2</sup> y Quezada Viay Martha Yolanda<sup>1\*</sup>  
<sup>1\*</sup>Unidad de Investigación en Granos y Semillas, FES-Cuautitlán, UNAM,  
[yolaqviay@gmail.com](mailto:yolaqviay@gmail.com)

<sup>2</sup> Ingeniería en Alimentos, FES-Cuautitlán, UNAM, Estado de México, México.

### **Resumen**

Los hongos productores de ocratoxina A (OTA) como *Aspergillus ochraceus* y *A. niger* pueden causar serios daños a la salud de consumidores de alimentos y granos contaminados con sus toxinas, al ser éstas nefrotóxicas. Se ha comprobado que los aceites esenciales de diversas plantas, aplicados en biopelículas y otros recubrimientos de frutos, o con la tecnología de las nanopartículas pueden inhibir el desarrollo de estos hongos y evitar la contaminación con OTA. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto antifúngico de aceites esenciales en el desarrollo de *Aspergillus ochraceus* y *A. niger in vitro*. Se realizaron pruebas en cajas de Petri con PDA inoculado con esporas de cada especie expuestas a 19 diferentes aceites esenciales. Los aceites con efecto fungicida fueron anela, clavo, geranio, limoncillo y orégano para *A. ochraceus*; y canela, hierbabuena, limoncillo, naranja y orégano para *A. niger*. Y los que presentaron un efecto inhibitorio reversible o fungistático fueron hierbabuena en las pruebas con *A. ochraceus* y clavo, geranio, limón y mandarina con *A. niger*.

**Palabras clave:** efecto antifúngico, halo de inhibición, ensayo de contacto.

## Introducción

La ocratoxina A es una micotoxina que ha sido detectada en granos de cereales, especias, pastas, frutos secos, café, cerveza, jugo de uva y vinos (Kuiper-Goodman et al., 2010) y en carne de cerdo y pavo (El Khoury et al., 2017). La contaminación con ocratoxinas puede ocurrir durante un mal almacenamiento o cuando faltan buenas prácticas de secado de los productos agrícolas. Es comúnmente producida por *Aspergillus ochraceus* y *A. niger*. La OTA causa algunas enfermedades en el riñón humano como la nefropatía endémica de los Balcanes (BEN) y la nefropatía intersticial crónica (CIN). De acuerdo a la Agencia Internacional para la Investigación sobre Cáncer (IARC) es un posible carcinógeno en humanos. En otras especies animales se ha comprobado que causa nefrotoxicidad y tumores renales (Bui-Klimke y Wu, 2015). Existen propuestas para utilizar aceites esenciales en el control de estos hongos ocratoxígenos en los alimentos. El Khoury et al. (2017) concluyeron que los aceites esenciales de hojas de laurel, comino, fenogreco, melisa, menta, salvia, anís, manzanilla, hinojo, romero y tomillo, no inhibieron al cien por ciento el desarrollo de *Aspergillus carbonarius* pero redujeron la producción de OTA por este hongo *in vitro*. Hua et al. (2014) probaron la capacidad antifúngica de cinamaldehído natural y sintético, aceite de canela, aceite de citrato, citral, eugenol, aceites de menta, eucalipto, anís y alcanfor y encontraron que el cinamaldehído natural fue el mejor inhibidor. Este trabajo de investigación se justifica en el hecho de que aún no se tiene información suficiente sobre el efecto de muchos aceites esenciales sobre las especies de *Aspergillus* productoras de OTA. Para contribuir al conocimiento del efecto antifúngico de los aceites esenciales se plantearon los objetivos de determinar el efecto de diecinueve aceites esenciales de diferente origen vegetal contra el crecimiento *in vitro* de *A. ochraceus* y *A. niger* y si dicho efecto es reversible o fungistático o si posee actividad permanente o fungicida.

## Materiales y métodos

**Adquisición de aceites esenciales.** Se adquirieron aceites esenciales de plantas de incienso (*Plectranthus* sp.), lavanda (*Lavandula* sp.), menta (*Mentha piperita*), canela (*Cinnamomum cassia*), clavo (*Eugenia caryophyllata*), orégano (*Origanum vulgare*), romero (*Rosmarinus officinalis*), hierbabuena (*Mentha spicata*), manzanilla romana

(*Anthemis nobilis*), mejorana (*Origanum majorana*), eucalipto (*Eucalyptus radiata*), limoncillo (*Cymbopogon flexuosus*), geranio (*Geranium* sp.), árbol del té (*Melaleuca alternifolia*), limón (*Citrus limon*), toronja (*Citrus paradisi*), mandarina (*Citrus reticulata*), naranja (*Citrus sinensis*) y lima (*Citrus aurantifolia*) de la marca registrada dōTERRA.

**Obtención de suspensiones de esporas de *A. ochraceus* y *A. niger*.** Se obtuvieron colonias de cada hongo, de 8 días de crecimiento en PDA a 25°C en cajas de Petri de 6.9 cm de diámetro, a partir de las cuales se prepararon suspensiones de esporas (filtradas en 4 capas de gasa estéril para eliminar el micelio), raspando la colonia con bisturí y aforando el filtrado con agua destilada estéril a 100 ml. La concentración de UFC se determinó en el microscopio con cámara de Neubauer. Las concentraciones aplicadas a las cajas con PDA fueron de  $5 \times 10^5$  UFC para *A. ochraceus* y  $16 \times 10^5$  UFC para *A. niger*.

**Ensayos *in vitro*.** Se prepararon cajas de Petri desechables estériles de aproximadamente 8 cm de diámetro con medio sólido de papa-dextrosa-agar (PDA) de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las cajas permanecieron 48 horas a temperatura ambiente para comprobar que no hubo contaminación, y posteriormente se mantuvieron a 8°C hasta su uso. Se recortaron círculos de papel filtro Whatman No. 1 de 1 cm de diámetro y se esterilizaron en autoclave 20 min a 15 lb/in<sup>2</sup> de presión y 121°C. Los ensayos se realizaron en condiciones de asepsia en campana de flujo laminar. Consistieron en esparcir 500 µL de cada suspensión de esporas en una caja de Petri con PDA con varilla de vidrio e inmediatamente después los círculos de papel filtro fueron impregnados con 20 µL de cada aceite esencial y colocados individualmente al centro de las cajas de Petri inoculadas. De tal forma que se obtuvo una caja de Petri con un círculo impregnado por triplicado para cada aceite esencial y para cada hongo. Además se evaluó si el efecto inhibitorio de crecimiento fue reversible o permanente, obteniendo con un sacabocados tres explantes de 3mm de diámetro de PDA de la zona de contacto del disco de papel filtro y colocándolos en una caja de Petri estéril. Después se revisó diariamente si hubo crecimiento de micelio. Para este experimento se incluyó un testigo de PDA para cada hongo colocando un papel filtro con agua estéril sin aceite esencial.

**Análisis estadístico.** El diseño del experimento fue completamente al azar con tres repeticiones. Los datos se analizaron mediante ANOVA seguido de comparación de medias por la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ) en el software GraphPad versión 8.4.3

## **Resultados y discusión**

En el cuadro 1 se presentan los tamaños de las zonas sin crecimiento micelial alrededor de los discos con aceite esencial.

Se puede observar que, de los diecinueve productos, solamente 6 de ellos presentaron algún tipo de inhibición del crecimiento micelial de *A. ochraceus* y 9 afectaron el crecimiento de *A. niger*. La selección de aceites esenciales evaluados se basó en las propiedades antimicrobianas y antimicóticas que se han comprobado en investigaciones anteriores contra patógenos humanos como *Candida*, hongos dermatofitos, etc. (Díaz y Hernández, 2010) y antifúngicos contra hongos de granos y nueces como *Aspergillus flavus* productores de aflatoxinas (García et al., 2006). El aceite de limoncillo y orégano lograron inhibir completamente los micelios en ambas especies de hongos, haciéndolos fuertes candidatos para pruebas de preservación de la calidad sanitaria de los productos alimenticios. El extracto de canela inhibió en 11.64% el desarrollo de la colonia de *A. ochraceus* y 20.38% de *A. niger*, esto concuerda con los hallazgos de Hua et al. (2014) donde no encontraron una total inhibición del desarrollo colonial de *A. ochraceus*, ya que entre 20 a 60  $\mu\text{L/L}$  obtuvieron 0 % de inhibición, con la dosis de 100  $\mu\text{L/L}$  el 60% de inhibición y la dosis fungicida correspondió a 250  $\mu\text{L/L}$ . Esto lleva a la necesidad de experimentar mayores concentraciones de los aceites esenciales en los medios de cultivo de los hongos. Estos mismos autores encontraron que con el aceite de eucalipto fue necesaria una dosis de 1500  $\mu\text{L/L}$  para obtener el 33% de inhibición del crecimiento de *A. ochraceus*.

**Cuadro 1. Tamaño del halo de inhibición del micelio  
alrededor del disco con aceite esencial.**

Aceite esencial	<i>A. ochraceus</i>	<i>A. niger</i>
testigo	0±0* f**	0±0 f
canela	8±0.6 d	14±1.2 c
clavo	9±0.3 d	16±2.1 b
eucalipto	0±0 f	0±0 f
geranio	4±0.5e	5±0.4de
hierbabuena	2±0.3f	69±0a
limón	0±0 f	7±0.5d
lima	0±0 f	0±0 f
limoncillo	69±0 a	69±0 a
mandarina	0±0 f	5±2 de
naranja	0±0 f	17±0.1 b
toronja	0±0 f	0±0 f
mejorana	0±0 f	ND***
menta	0±0 f	ND
orégano	69±0 a	69±0 a
romero	0±0 f	0±0 f
manzanilla romana	0±0 f	0±0 f
árbol del té	0±0 f	0±0 f
incienso	0±0 f	0±0 f
lavanda	0±0 f	ND

\*Promedio del halo de inhibición (mm) seguido de la desviación estándar

\*\*Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey, P<0.05)

\*\*\*ND= no determinado

En el cuadro 2 se presentan los efectos de los aceites esenciales sobre el desarrollo de los hongos. Cabe resaltar que los aceites esenciales de canela, limoncillo y orégano fueron los únicos con actividad fungicida para ambas especies de hongos. El resultado de que la mayoría de los aceites esenciales probados no tuvieron un efecto permanente, probablemente se debe a las bajas dosis utilizadas en el experimento o a que las especies de hongos han desarrollado la capacidad de metabolizar algunos componentes de los aceites esenciales, para disminuir o eliminar su toxicidad, como *Penicillium*

*digitatum*, común en cítricos y que es capaz de biotransformar el limoneno. Se ha reportado que *Aspergillus niger* tiene la capacidad de biotransformar el isopinocampheo, componente del aceite esencial de la flor de hisopo (*Hyssopus officinalis*), planta medicinal proveniente del Mediterráneo (Hashemi y Khaneghah, 2016). Los aceites esenciales de clavo y geranio también son buenos candidatos para estudios posteriores ya que mostraron efecto fungicida en *A. ochraceus*.

**Cuadro 2. Tipo de efecto antifúngico de cada aceite esencial**

Aceite esencial	<i>A. ochraceus</i>	<i>A. niger</i>
canela	FG	FG*
clavo	FG	FT**
geranio	FG	FT
hierbabuena	FT	FG
limón	Sin efecto	FT
limoncillo	FG	FG
mandarina	Sin efecto	FT
naranja	Sin efecto	FG
orégano	FG	FG

\* efecto fungicida (en medio sin aceite esencial ya no puede desarrollarse)

\*\*efecto fungistático (en medio sin aceite esencial puede desarrollarse)

## Conclusiones

En general, el hongo *A. niger* fue más susceptible que *A. ochraceus* a los aceites esenciales. Entre éstos, los que demostraron actividad fungicida fueron canela, clavo, geranio, limoncillo y orégano para *A. ochraceus*; y canela, hierbabuena, limoncillo, naranja y orégano para *A. niger*. Y los que presentaron un efecto inhibitorio reversible o fungistático fueron hierbabuena en las pruebas con *A. ochraceus* y clavo, geranio, limón y mandarina con *A. niger*.

Se recomienda continuar con la evaluación del efecto fungicida de los aceites esenciales en dosis superiores, así como evaluar el potencial de inhibición de la producción de OTA en ambas especies.

## Agradecimientos

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-PIAPI clave PAPII 1837 y Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT CLAVE IT202119.

## Literatura citada

Bui-Klimke T.R. and Felicia Wu, F. (2015) Ochratoxin A and human health risk: A review of the evidence. *Crit Rev Food Sci Nutr*. November 10; 55(13): 1860–1869. doi:10.1080/10408398.2012.724480.

Díaz González B, Hernández García E. 2010. Evaluación in vitro de la actividad antimicótica de los aceites esenciales de lavanda (*Lavandula angustifolia*) y del árbol del té (*Melaleuca alternifolia*). Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 165 p. Accessed August 30 2020. <http://132.248.9.195/ptb2011/febrero/0666251/Index.html>

El Khoury R, Atoui A, Mathieu F, Kawtharani H, El Khoury A , Maroun RG, and El Khoury A (2017) Antifungal and Antiochratoxigenic Activities of Essential Oils and Total Phenolic Extracts: A Comparative Study. *Antioxidants* 6, 44.

García Camarillo EA, Quezada Viay MY, Moreno Lara J, Sánchez Hernández G, Moreno Martínez E & Pérez Reyes MCJ. 2006. Actividad antifúngica de aceites esenciales de canela y orégano y su efecto sobre la producción de aflatoxinas en nuez pecanera (*Carya illinoensis* K.). *Revista de la Sociedad Mexicana de Fitopatología* 24 (1) 8-12

Hashemi and Khaneghah (eds.) 2018. *Essential oils in food processing : chemistry, safety and applications /* Hoboken, New Jersey : IFT Press ; Wiley Blackwell.

Hua H, Xing F, Selvaraj JN, Wang Y, Zhao Y, et al. (2014) Inhibitory Effect of Essential Oils on *Aspergillus ochraceus* Growth and Ochratoxin A Production. *PLoS ONE* 9(9): e108285. doi:10.1371/journal.pone.0108285

Kuiper-Goodman T; Hilts, C; Billiard, SM; Kiparissis, Y; Richard, IDK and Hayward, S (2010). Health risk assessment of ochratoxin A for all age-sex strata in a market economy. *Food Additives and Contaminants*. Vol. 27, No. 2, February 2010, 212–240.



## CARACTERIZACIÓN DE ACCESIONES DE MANGO (*Mangifera indica* L.) DEL BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIFAP EN VERACRUZ

Becerra Leor Enrique Noé<sup>1\*</sup>, Rosas González Xóchitl<sup>1</sup> y Esqueda Esquivel Valentín A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. [becerra.noe@inifap.gob.mx](mailto:becerra.noe@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

Los bancos de germoplasma son los reservorios de la diversidad genética, sirven para su conservación, rescate y como materiales que pueden usarse en mejoramiento genético. En Veracruz, el principal cultivar de mango sembrado es Manila, cuyos frutos maduros son de color amarillo, con cáscara delgada y pulpa amarilla. Tiene un periodo corto de cosecha, lo que ocasiona una sobreproducción, que supera la demanda, por lo que se reduce la posibilidad de los productores de obtener mejores ingresos. En el Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP, que se localiza en el municipio de Medellín, Ver., existe un banco de germoplasma de mango, establecido en el año 1973, con una distancia de plantación de 12 x 12 m en el sistema tresbolillo. En la actualidad cuenta con 29 cultivares y 16 materiales. Entre 2017 y 2020 se realizó la evaluación del porcentaje de floración, número de frutos y rendimiento por árbol, de todas las accesiones del banco de germoplasma, así como la caracterización morfológica, la firmeza, el porcentaje de sólidos solubles y el grosor de la cáscara de los frutos. Las accesiones sobresalientes por su rendimiento fueron el cultivar Chausa, los materiales FC-2 y Esmeralda con rendimientos de más de 30 t/ha, así como el cultivar Sensation y material Manila Rosa Rosa, porque su cosecha se realiza hasta julio. La mayor cantidad de sólidos solubles se determinó en Carabao, Chausa, FC-2 y Esmeralda, con más de 20<sup>º</sup> brix. Algunas de estas accesiones se propondrán para eventualmente sustituir al mango Manila en Veracruz.

**Palabras clave:** Cultivares, materiales, caracterización morfológica, rendimiento.

## Introducción

Los bancos de germoplasma (BG) son los sitios de conservación de material biológico por excelencia, cuyo objeto es el mantenimiento de la biodiversidad. Son recintos clave para evitar que se pierda la diversidad genética por la presión de factores ambientales, físicos y biológicos, y las actividades humanas. Existen diferentes BG para mango (*Mangifera indica* L.); por ejemplo, en la región centro norte de Venezuela se tiene la colección del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, la cual está conformada por 143 materiales procedentes de diferentes países o regiones del país (Avilán *et al.*, 2002; Soto *et al.*, 2004).

La caracterización de los materiales es esencial para determinar su potencial productivo y la morfología y calidad del fruto, que se utilizan para recomendar su siembra en regiones determinadas o utilizarlos en programas de mejoramiento genético. En las Islas Canarias en España, se describieron y caracterizaron los 28 cultivares más importantes del mundo, con el fin de que sirvieran como referencia en la identificación de los mismos (Coello *et al.*, 1997). A su vez, en Australia se determinó la diversidad genética de 254 accesiones, lo cual ayudará a los genetistas a seleccionar progenitores que puedan contribuir con genes deseables a la progenie (Dillon *et al.*, 2013).

En el año 1971, México estableció su BG de mango en el Campo Experimental Valle de Culiacán, en Sinaloa, con 80 cultivares, haciéndose replicas posteriormente en los Campos Experimentales de Cotaxtla en Veracruz y Rosario Izapa en Chiapas. En 1986 en Veracruz se describieron 21 cultivares y 12 selecciones del BG (De los Santos, 1986). A su vez, en 2002 se publicó la descripción de las mejores variedades del estado de Sinaloa (Ireta y Guzmán, 2002), y en 2009 se estudió la calidad poscosecha de 12 cultivares del BG de dicho estado (Siller-Cepeda *et al.*, 2009).

En el estado de Veracruz, en 2019 se contaba con una superficie sembrada con mango 16,956 ha, con un rendimiento medio de 5.88 t/ha, aunque en algunos municipios

reportan producciones de 15 a 17 t/ha (SIAP, 2019). La mayor superficie la ocupa el cultivar Manila, el cual tiene el inconveniente de que presenta alternancia de producción. Además, el 70% de la producción se cosecha en los meses de mayo y junio, por lo que en ese período se tiene sobreoferta de fruta en el mercado, que se refleja en precios bajos y menor ingreso del productor. La siembra de otras variedades con alto potencial de rendimiento y calidad y diferente época de cosecha podría ayudar a solucionar el problema de sobreoferta.

Para que un cultivar adquiera importancia comercial debe poseer características o cualidades, relacionadas con su capacidad productiva y con la calidad de sus frutos; los árboles deben ser de bajo porte y precoces, con niveles de rendimiento elevados, hábito de producción regular o de escasa alternancia, frutos de buen tamaño (300 a 500 g) y coloración atractiva, alta relación pulpa/semilla, libre de ablandamientos internos, así como resistencia alta a plagas y enfermedades de tipo fungoso y bacterial (Avilán *et al.*, 2002). La caracterización de un BG consiste en registrar y describir sistemáticamente las accesiones de una misma especie a partir de aquellas características cualitativas y cuantitativas altamente heredables, que pueden ser fácilmente observables y expresadas en la mayoría de los ambientes; en cambio, la caracterización sistemática permite conocer la variación dentro de las colecciones y así poder seleccionar los genotipos más aptos para su cultivo. (Jaramillo y Baena, 2000; Rao, 2004).

Debido a la necesidad de contar con información productiva y morfológica, el objetivo de este trabajo fue identificar los mejores cultivares y materiales del BG de mango del INIFAP en Veracruz, con base en su calidad y rendimiento.

## **Materiales y métodos**

El estudio se efectuó en el Campo Experimental Cotaxtla, localizado en el km 34.5 de la carretera federal Veracruz-Córdoba en el municipio de Medellín, Veracruz, a 18°55' 56.7" de latitud norte, 96°11' 32.4" de latitud oeste y 17 m de altitud. El clima de la región es Aw0, con temperatura media anual de 25°C, temperatura mínima de 19.1°C en enero y temperatura máxima de 31°C en mayo. La precipitación anual es de 1,360 mm. El suelo

que predomina es de origen aluvial, de textura migajón-arcillosa, con buen drenaje superficial e interno, y pH ligeramente ácido. El BG fue establecido en el año 1973, con una distancia de plantación de 12 x 12 m en el sistema tresbolillo. Cuenta con 29 cultivares y 16 materiales en número variable (uno a cinco árboles).

Durante los años de 2017 a 2020 se realizó un estudio para la caracterización de las accesiones. Durante los meses de enero y febrero se evaluó el porcentaje de floración y el número de frutos por árbol de mayo a julio. También se midieron las siguientes variables del fruto: longitud, anchura, grosor, relación longitud/anchura y peso medio de diez frutos. Además, se midió la firmeza con un penetrómetro, el porcentaje de sólidos solubles (azúcares) y el grosor de la cáscara. El rendimiento se obtuvo multiplicando el número de frutos por árbol por el peso medio de éstos. También se determinó la época de cosecha de cada uno de los cultivares o materiales. Para la descripción y caracterización de los materiales se usaron las guías del IPGR (2006) y la UPOV (2006).

## **Resultados y discusión**

En el Cuadro 1 se muestran las accesiones que obtuvieron los más altos porcentajes de floración y número de frutos por árbol. Se puede observar que, las que tuvieron la mayor floración, no necesariamente mostraron la mayor cantidad de frutos. El cultivar Esmeralda mostró abundante floración en los cuatro años de evaluación. Por el número de frutos, los mejores materiales fueron Manila Rosa Rosa, Sensation y Haden, con más de 1,000 frutos por árbol, acumulados durante el periodo de evaluación. La inconsistencia de producción de los cultivares y materiales entre años, podría deberse a que presentan alternancia. Sobresale Manila Rosa Rosa, que presentó cuatro periodos de buena producción; a su vez, el material Manila Actopan 18 presentó tres periodos continuos de buena producción, lo cual no es muy común, ya que este cultivar posee alternancia.

Cuadro 1. Floración y número de frutos de las variedades o materiales de mango del Banco de Germoplasma del INIFAP en Veracruz.

Cultivar o material	Floración (%)				Cultivar o material	Número de frutos				
	2017	2018	2019	2020		2017	2018	2019	2020	Total
Rapoza	50	83	**	70	M. Rosa V <sup>1</sup>	550	150	**	246	946
Edward	50	83	80	**	M. Rosa R <sup>2</sup>	492	135	273	325	1,225
Carrie	**	83	93	85	Sensation	744	173	367	**	1,284
Pope	50	83	**	70	FC-2	**	142	305	274	721
Joe Welch	**	83	90	95	Esmeralda	493	**	299	190	982
Carrie	**	83	95	95	M. A18 <sup>3</sup>	**	110	313	210	674
Momi K	50	**	90	98	Haden	537	**	310	251	1,098
Esmeralda	50	83	90	85	FC-2	492	109	**	180	781

\*\*No se alcanzó el porcentaje de floración de 50%. <sup>1</sup>Manila Rosa Verde. <sup>2</sup>Manila Rosa Rosa. <sup>3</sup>Manila Actopan 18.

En el Cuadro 2, se anotan las principales características morfológicas y químicas de algunos cultivares y materiales evaluados. Chausa, FC-2 y Manila Rosa Rosa tuvieron frutos mayores de 11 cm, mientras que en Sensation, el fruto sólo midió 9.08 cm de largo. En cuanto al ancho del fruto, FC-2 y Haden rebasaron los 8 cm y Manila Actopan 18 fue el material menos ancho. Esmeralda tuvo la mayor relación largo/ancho y Haden, la menor; esta última variedad, también presentó el mayor grosor de fruto, mientras que Manila Rosa Verde y Manila Actopan 18 tuvieron los frutos menos gruesos. En sólidos solubles, Carabao, Chausa, FC-2 y Esmeralda sobrepasaron los 20°Bx, mientras que el menor valor correspondió a Manila Rosa Verde, con 15.2°Bx. FC-2 y Esmeralda produjeron los frutos con mayor peso, con 545.5 y 456.8 g, respectivamente; por su parte los frutos con peso menor correspondieron a Carabao con 203.5 g. El mayor grosor de cáscara se encontró en los frutos de Haden, Sensation y Manila Rosa Verde, con 2.18, 2 y 2 mm, respectivamente; a su vez, las cáscaras de Manila Actopan 18 y Manila Rosa Rosa tuvieron grosores de 1.02 y 1.0 mm, respectivamente. Esmeralda, FC-2 y Chausa tuvieron los rendimientos de fruto más altos, sobrepasando las 30 t/ha. El menor

rendimiento se obtuvo con Manila Actopan 18 (10.5 t/ha), aunque esta producción es similar a la que se obtiene con este cultivar en Veracruz.

Cuadro 2. Características medias de frutos de las principales variedades y materiales de mango del Banco de Germoplasma del INIFAP en Veracruz.

Cultivar o material	Largo (cm)	Ancho (cm)	L/A	Grosor (cm)	Sólidos solubles (°Brix)	Peso (g)	Grosor de cáscara (mm)	Rendimiento t/ha
M. Rosa R <sup>2</sup>	11.30	7.40	1.53	5.9	18.20	276.6	1.02	27.11
Sensation	9.08	7.40	1.23	7.8	19.14	264.4	2.00	27.16
Haden	9.20	8.10	1.13	9.8	18.76	340.2	2.18	29.88
Carabao	10.60	6.08	1.74	5.3	24.17	203.5	1.40	17.58
Chausa	11.54	7.82	1.47	7.2	22.40	365.5	1.30	30.61
FC-2	11.80	8.80	1.34	6.6	21.19	545.5	1.50	34.08
M. Rosa V <sup>3</sup>	9.92	5.68	1.75	5.1	15.20	215.7	2.00	16.32
Esmeralda	14.90	7.80	1.91	6.4	20.38	456.8	1.90	35.88
M. A18 <sup>4</sup>	9.60	5.60	1.71	5.1	17.20	207.4	1.00	10.50

<sup>1</sup>Relación longitud/anchura. <sup>2</sup>Manila Rosa Rosa. <sup>3</sup>Manila Rosa Verde. <sup>4</sup>Manila Actopan 18.

### Descripción de cultivares o materiales

A continuación, se describen los principales materiales del BG del INIFAP en el estado de Veracruz:

**Sensation.** Cultivar originado de una semilla de procedencia desconocida y plantada en Miami. El fruto es de forma oval, con base y ápice redondeados. El color de la cáscara es un rojo ciruela oscuro; a menudo contiene numerosas lenticelas de color amarillo pálido. Existen algunas plantaciones en Florida. El inicio de floración de este cultivar es a partir de febrero o marzo y su época de cosecha es a partir de la segunda quincena de junio, todo julio y en ocasiones hasta la primera quincena de agosto.

**Haden.** El Haden se desarrolló en Florida como planta de semilla del cultivar indio Mulgoba y es uno de los primeros cultivares de mango de Florida y padre de otros numerosos cultivares. El fruto es oval con base redondeada, de color amarillo brillante con intenso carmesí o rojo sonrosado y numerosas manchas amarillas grandes. Existen plantaciones de este cultivar en casi todos los países de mundo donde se cosecha mango; en México, las principales plantaciones están en los estados del Pacífico. Su inicio de floración es a partir de febrero, su cosecha es durante junio y la primera quincena de julio. (Ireta y Guzmán, 2002; Litz, 2009).

**Carabao.** Originario de Filipinas; de fruto verde a amarillo cuando está listo para la cosecha y amarillo brillante en madurez. tiene forma elíptica, alargada y delgada, con la base redondeada a ligeramente aplanada y ápice punteado. Se siembra principalmente en estados del Golfo de México y en Guerrero, en el Pacífico. El inicio de floración es enero o febrero y su cosecha normal de la segunda quincena de mayo, todo junio y en algunas ocasiones hasta la primera quincena de julio (Litz, 2009).

**Chausa.** Es originario de India; el fruto es de color amarillo canario a amarillo verde marrón en el estado listo para la cosecha y amarillo cuando está completamente maduro. Tiene fruto oval-oblongo, con pico obtuso a redondeado (Figura 1a). El inicio de floración es a partir de la segunda quincena de diciembre y todo enero, y la cosecha, la segunda quincena de junio y todo julio.

**Manila Rosa Rosa.** Se obtuvo de una huerta en municipio de Rosario, Sinaloa; posee forma de fruto oblongo-oblicuo, base redondeada y ápice punteado. La cáscara es lisa de color verde-rosado en el fruto listo para la cosecha y amarillo-rosado en madurez (Figura 1b). Su inicio de floración es en el mes de febrero, y la cosecha durante la segunda quincena de junio y el mes de julio.

**Esmeralda.** Se colectó del rancho San Felipe, municipio de Tecomán, Colima. Tiene fruto de forma oval-oblonga, cáscara verde en el estado de listo para cosecha y amarillo claro en madurez (Figura 1c). Su inicio de floración es desde diciembre y enero y su cosecha se da desde la segunda quincena de junio y todo julio. Inicialmente Esmeralda se seleccionó por su tipo de fruta, que es dulce y de buen sabor, aunque debido a que el fruto madura con la cáscara color verde y tiene poca firmeza, fue desechado como

cultivar, por lo que generalmente se usa como portainjerto para disminuir la altura del árbol.

**FC-2.** Se desconoce de donde es originario; el fruto es de forma oval-oblonga, con la base y el ápice redondeados. La cáscara es verde-amarillenta en el estado listo para la cosecha y amarillo en cosecha (Figura 1d); la pulpa es de color amarillo, sin fibra y de buen sabor. La época de floración es en enero y la época de cosecha es de la segunda quincena de junio y todo julio. Este es un material no comercial, pero con buenos atributos.



Figura 1. Frutos de los materiales Chausa (a), Manila Rosa Rosa (b), Esmeralda (c) y FC-2 (d).

Cuando se comparan las características morfológicas del fruto de las accesiones del BG en Veracruz con las del BG de Sinaloa, se observa que son similares en los parámetros de largo, ancho, relación largo/ancho, grosor y grosor de cáscara, pero las de Veracruz



son superiores en peso y sólidos solubles en los cultivares Sensation, Haden y Carabao, lo cual puede deberse a las diferentes condiciones del suelo y manejo.

## **Conclusiones**

Con base en sus características morfológicas y rendimiento, los cultivares Chausa y Sensation y los materiales Manila Rosa Rosa, FC-2 y Esmeralda pueden recomendarse para su siembra en Veracruz en lugar del cultivar Manila.

## **Literatura citada**

Avilán R., L., Dorantes, I., Cumare, J., Emaldi, U., Mireles, M. y Rodríguez, M. 2002. Comportamiento fenológico y caracterización de la colección de mango del CENIAP. Publicación Especial No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela. 123 p.

Coello T., A., Fernández G., D. y Galán S., V. 1997. Guía descriptiva de cultivares de mango. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Departamento de Fruticultura Tropical. Tenerife, España. 43 p.

De los Santos de la R., F. 1986. Comparación de 21 cultivares y 12 selecciones de mango mexicanas *Mangifera indica* L., en la zona central del estado de Veracruz. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de Méx., México. 101 p.

Dillon, N. L., Bally, I. S. E., Wright, C. L., Hucks, L., Innes, D. J. and Dietzgen, R. G. 2013. Genetic diversity of the Australian National Mango Genebank. *Scientia Horticulturae* 150:213-226.

IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 2006. Descriptors for Mango (*Mangifera indica* L.). IPGRI. Rome, Italy. 61 p.

Ireta O., A. y Guzmán E., C. 2002. Técnica para la producción de mango en Sinaloa. Folleto Técnico Núm. 22. INIFAP. CIRNO. Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán, Sin., México. 152 p.

Jaramillo, S. y Baena, M. 2000. Conservación ex situ de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Madrid, España. 92 p.

Litz, R. E. 1997. The Mango: Botany, Production, and Uses. CABI, Homestead, FL, USA. 587 p.

Rao, N. K. 2004. Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. *African Journal of Biotechnology* 3(2):136-145.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Cultivo: Mango. Entidad Federativa: Veracruz. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [Consultado el 4 de septiembre de 2020].

Siller-Cepeda, J., Muy-Rangel, D., Báez-Sañudo, M., Araiza-Lizarde, E. e Ireta-Ojeda, A. 2009. Calidad poscosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32(1):45-52.

Soto, E., Avilán, L., Unal, E., Rodríguez, M. y Ruiz, J. 2004. Comportamiento y características de algunos cultivares promisorios de mango. *Agronomía Tropical* 54(2):179-201.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2006. Mango Código UPOV: MANGI\_IND *Mangifera indica* L. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Ginebra, Suiza. 37 p.

## PRESENCIA DE GENES DE LA FAMILIA *CDR* EN LIMÓN PERSA Y EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO GAMMA-AMINO BUTÍRICO EN SU ACTIVIDAD

Flores-de la Rosa Felipe Roberto<sup>1\*</sup>, Rodríguez-Quibrera Cynthia Guadalupe<sup>1</sup> y Santillán-Mendoza Ricardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Ixtacuaco. CIRGOC. INIFAP. flores.felipe@inifap.gob.mx

### RESUMEN

La familia de genes *CDR* está asociada a la tolerancia al Huanglongbing (HLB) en algunos genotipos de cítricos o parientes cercanos; sin embargo, no se tiene información respecto a estos genes ni su actividad en limón persa. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la presencia de cuatro genes de la familia *CDR* (*CDR5*, *CDR7*, *CDR8* y *CDR13*) en el genoma de limón Persa y evaluar si la aplicación de ácido gamma-aminobutírico (GABA) influye en la expresión de los mismos. Se determinó la presencia de tres de los cuatro genes, siendo el gen *CDR5* el que no se pudo obtener mediante amplificación. Respecto a los otros tres genes, la aplicación de GABA incrementó hasta 2X la expresión relativa de los genes *CDR8* y *CDR13*, respecto a un control con sólo agua estéril. Sin embargo, la actividad del gen *CDR7* fue fuertemente reprimida respecto al testigo. Por lo tanto, la familia de genes *CDR* relacionada con la tolerancia al HLB está presente en limón persa y el GABA incrementa la actividad de al menos dos genes de esta familia.

**Palabras clave:** HLB, tolerancia, resistencia, elicitores.

### Introducción

Los cítricos representan una de las industrias frutícolas de mayor importancia para México. En especial, el estado de Veracruz tiene una vasta extensión agrícola dedicada a la producción de diferentes tipos de cítricos, dentro de los cuales destaca en relevancia económica la producción de limón Persa (Curti-Díaz *et al.*, 2012). Sin embargo, los cítricos son susceptibles a una amplia gama de fitopatógenos que disminuyen su

capacidad productiva y afectan de manera importante al productor (Flores-Sánchez *et al.*, 2015).

A nivel mundial, una de las enfermedades más devastadoras de la citricultura es el Huanglongbing o HLB, causada por la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus*, la cual es un parásito obligado al floema de las plantas y al tracto digestivo de su vector (Killiny *et al.*, 2017). Esto ha dificultado su aislamiento y, por tanto, su estudio a nivel patológico, lo que ocasiona que diseñar estrategias de manejo de la enfermedad sea muy complicado hasta el momento (Merfa *et al.*, 2019).

Se ha observado que ciertos materiales de híbridos o parientes relacionados a los cítricos muestran cierto nivel de tolerancia ante la infección por HLB (Hu *et al.*, 2017). En algunos de estos genotipos se ha correlacionado el nivel de tolerancia a la enfermedad con la expresión génica de algunos genes de la familia *CDR* (Constitutive Diseases Resistance) (Rawat *et al.*, 2017). Por lo que están considerados entre los genes candidatos en la lucha contra el HLB (Rawat *et al.*, 2015). Sin embargo, a la fecha no se tiene información sobre la presencia y actividad de estos genes en el limón Persa (*Citrus x latifolia*).

Con base en lo anterior, en el presente trabajo se planteó detectar la presencia de cuatro genes de la familia *CDR*, que se han mostrado sobre expresados en genotipos tolerantes al HLB, así como determinar el efecto de la aplicación del ácido gamma-aminobutírico (GABA), un elicitador de resistencia en plantas, en la expresión de esos genes en plantas de limón Persa.

## **Materiales y métodos**

### **Establecimiento del experimento**

Se seleccionaron ejemplares sanos de limón Persa de un año de edad, injertados en patrón Swingle. Las plantas se regaron cada tercer día con 100 mL de agua purificada estéril. Se determinó la sanidad de las plantas mediante el diagnóstico molecular de HLB (datos no mostrados). El experimento consistió en la aplicación de GABA en una solución

1 mM y se determinó la expresión de los genes en estudio a las 0, 1, 5 y 10 h posteriores a la aplicación. Se comparó con un testigo con aplicación de agua estéril. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y tres repeticiones.

### Detección de los genes *CDR* en el genoma de limón Persa

Se extrajo ADNg de cada planta que se utilizó para la evaluación de expresión. Para esto se aplicó el protocolo para extracción de ADN de Rodríguez-Quibrera *et al.* (2019) y se determinó la presencia de producto de amplificación de los genes *CDR5*, *CDR7*, *CDR8* y *CDR13*. Las condiciones de reacción fueron: buffer de PCR 5X, 25 mM de MgCl<sub>2</sub>, 25 pmol de cada iniciador, mix de dNTP's a 10 mM, 1 U de Taq DNA polimerasa y 50-100 ng de DNA, en un volumen final de 25 µL. Los iniciadores utilizados en este estudio se enlistan en el Cuadro 1. El ciclo térmico consistió en una desnaturalización inicial a 94°C durante 5 min, posteriormente 35 ciclos de desnaturalización a 94°C por 30 s, anillamiento a 60°C durante 30 s y polimerización a 72°C durante 45 s; por último, una extensión final a 72°C durante 7 min. El producto de PCR se visualizó en un gel de agarosa al 1.5% teñido con bromuro de etidio al 2%, bajo luz ultravioleta.

Cuadro 1. Iniciadores utilizados en este trabajo. La secuencia fue obtenida de Pitino *et al.* (2017).

Gen	(F) Forward primer (5'-3')	(R) Reverse primer (5'-3')
CDR5	TAGTCCGCTACGGAGACCAA	GCTGGTGGTAAATAGGTACG
CDR7	GTTAGCCAAATGGGTCCTTC	TCTCGCAACCAAGGGAGTAG
CDR8	TGCCACAAGTGTTTAGCTCAG	CCTAGTGAAAGTGTTCAAAGGAC
CDR13	CAAGCTGATATAATACCCAATATCGGAG	GAGGCTCGCACTGCGT
UPL7	CAAAGAAGTGCAGCGAGAGA	CAGGAACAGCAAAAGCAAG

### Expresión de los genes *CDR*

Se realizó la extracción de ARN a los tiempos establecidos mediante Trizol®, de acuerdo con el protocolo establecido por el fabricante. La integridad y calidad del ARN se determinó mediante electroforesis horizontal y espectrofotometría, respectivamente. Se sintetizó ADNc mediante retrotranscripción utilizando la enzima MLV acorde a las instrucciones del fabricante, se usó 1 µg de RNA y el iniciador reverso de cada gen para

la síntesis del ADNc. Posteriormente se realizó la amplificación de los genes a partir de ADNc y con las condiciones de reacción y ciclo térmico detallado anteriormente. Como gen de normalización de expresión se utilizó *UPL7*. El producto se analizó en geles de agarosa al 2% teñido con bromuro de etidio, fotografiado a 600 dpi y se determinó la intensidad densitométrica del producto utilizando el software Image J.

## Resultados y discusión

### Presencia de genes *CDR* en limón Persa

Se observó amplificación de tres de los cuatro genes: *CDR7*, *CDR8* y *CDR13*, lo que es evidencia de que el gen *CDR5* no está presente en el genoma de limón Persa (Figura 1). Este gen se encuentra presente en algunos genotipos tolerantes al HLB; sin embargo, algunos no muestran actividad del gen durante la infección (Rawat *et al.*, 2017), por lo cual, es probable que éste no sea indispensable para la tolerancia.

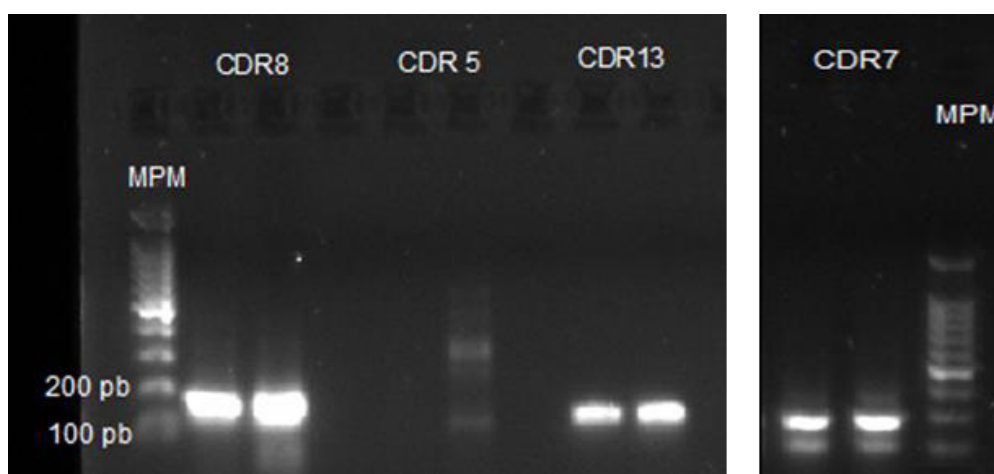


Figura 1. Producto de amplificación de ADNc de tres genes de la familia *CDR* en limón Persa. No se observó amplificación del gen *CDR5*.

### Efecto del GABA en la expresión de los genes *CDR*

El efecto que la aplicación de GABA tuvo sobre los tres genes en estudio se mantuvo a lo largo de todos los tiempos (Figura 2). Especialmente el gen *CDR13* fue el que demostró una mayor actividad sobre los otros dos.

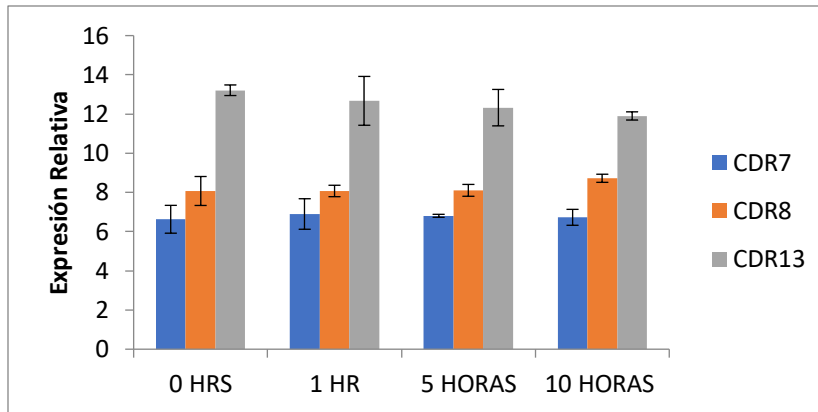


Figura 2. Efecto de la aplicación de GABA en la expresión relativa de tres genes *CDR* de limón Persa.

Al comparar contra el testigo, en que sólo se aplicó agua estéril, se observa que la aplicación de GABA incrementa la actividad de los genes *CDR8* y *CDR13*, mientras que el gen *CDR7* se ve fuertemente reprimido (Figura 3).

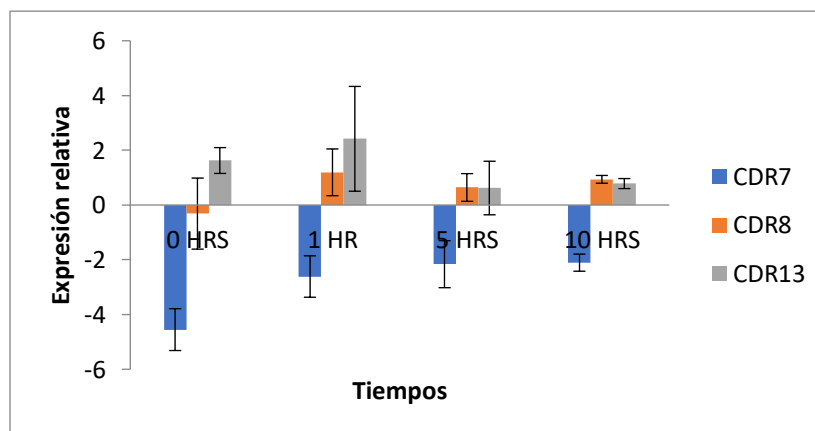


Figura 3. Efecto de GABA en la expresión de los genes *CDR* en plantas sanas de limón Persa, comparado contra la aplicación de agua estéril.

Esto podría sugerir que la aplicación de GABA puede inducir la actividad de genes relacionados con la tolerancia al HLB en plantas sanas de limón Persa, por lo cual podría ser una estrategia para que se fortalezca el cultivo previo a la infección natural (Rawat *et al.*, 2015). Posteriores estudios son necesarios para determinar el efecto que el GABA tiene en la expresión de los genes *CDR* en plantas enfermas de HLB y como la actividad de estos genes influyen en el desarrollo de la enfermedad.

## Conclusiones

1. Tres de los cuatro genes de la familia *CDR* evaluados en este estudio se encuentran en el genoma de limón Persa. 2. De estos tres genes, al menos dos, *CDR8* y *CDR13* incrementan su actividad en hojas de limón Persa al aplicar una concentración 1mM de GABA foliar.

## Literatura citada

Curti-Díaz, S. A., Hernández-Guerra, C. y Loredó-Salazar, R. X. 2012. Productividad del Limón 'Persa' injertado en cuatro portainjertos en una huerta comercial de Veracruz, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 18:291-305.

Flores-Sánchez, J. L., Aguilera M., G., Loeza-Kuk, E., López-Arroyo, J. I., Domínguez-Monge, S., Acevedo-Sánchez, G. *et al.*, 2015. Pérdidas en producción inducidas por *Candidatus Liberibacter asiaticus* en limón Persa, en Yucatán México. Revista Mexicana de Fitopatología 33(2):195-210.

Hu, Y., Zhong, X., Liu, X., Lou, B., Zhou, C. and Wang, X. 2017. Comparative transcriptome analysis unveils the tolerance mechanisms of *Citrus hystrix* in response to "*Candidatus Liberibacter asiaticus*" infection. PLoS ONE 12:1-15.

Killiny, N., Hijaz, F., Ebert, T. A. and Rogers, M. E. 2017. A plant bacterial pathogen manipulates its insect vector's energy metabolism. Applied and Environmental



Microbiology 83:1-15. 83:e03005-16.

Merfa, M. V., Pérez-López, E., Naranjo, E., Jain, M., Gabriel, D.W. and De La Fuente, L. 2019. Progress and obstacles in culturing '*Candidatus Liberibacter asiaticus*', the bacterium associated with Huanglongbing. *Phytopathology* 109(7):1092-1101.

Pitino, M., Armstrong, C. M. and Duan, Y. 2017. Molecular mechanisms behind the accumulation of ATP and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in citrus plants in response to "*Candidatus Liberibacter asiaticus*" infection. *Horticulture Research* 4:1-8.

Rawat, N., Kiran, S. P., Du, D., Gmitter Jr, F. G. and Deng, Z. 2015. Comprehensive meta-analysis, co-expression, and miRNA nested network analysis identifies gene candidates in citrus against Huanglongbing disease. *BMC Plant Biology* 15, 184.

Rawat, N., Kumar, B., Albrecht, U., Du, D., Huang, M., Yu, Q. *et al.* 2017. Genome resequencing and transcriptome profiling reveal structural diversity and expression patterns of constitutive disease resistance genes in Huanglongbing-tolerant *Poncirus trifoliata* and its hybrids. *Horticulture Research* 4:17064.

Rodríguez-Quibrera, C. G., Flores-de la Rosa, F. R., Lopez-Sosa, C. G., Adame-García, J. y Hernández-Guerra, C. 2019. Detección de CLas mediante iniciadores específicos en árboles de limón Persa en Veracruz. p. 2438-2454. *In: Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático.* INIFAP. CP. UACH. INAPESCA. UV. TecNM. Medellín, Ver., México.



## RECOLECCIÓN DE GIRASOL SILVESTRE (*Helianthus annuus* L.) EN MÉXICO

Hernández Martínez Miguel<sup>1\*</sup>, Medina Cázares Tomás<sup>1</sup> y Montero Tavera Víctor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío. INIFAP. [hernandez.miguel@inifap.gob.mx](mailto:hernandez.miguel@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

El girasol es nativo de Norteamérica; se encuentra distribuido en forma silvestre en el suroeste de los Estados Unidos y el norte de México. El género *Helianthus* es altamente diverso, se compone de 49 especies y 19 subespecies, de las cuales 12 son anuales y 37 perennes, lo cual representa una considerable variabilidad, que puede utilizarse para el mejoramiento genético tomando en cuenta las características agronómicas e industriales de la especie. Los objetivos del presente trabajo fueron: elaborar un diagnóstico sobre el estado que guardan las colectas y accesiones de girasol que se tienen en los bancos de germoplasma en México y con base en esto definir las estrategias de conservación y de colecta de girasol criollo y silvestre; desarrollar mapas de distribución y de diversidad genética del girasol; así como crear la Red de Girasol con investigadores de diferentes instituciones dedicadas a la docencia e investigación. Los principales resultados consisten en : a) Los bancos de germoplasma cuentan con un número muy reducido de accesiones de girasol, y sus condiciones de conservación no son adecuadas , b) Las variedades de girasol liberadas en México tienen como base la introducción de germoplasma de otros países y se ha aprovechado muy poco la diversidad genética existente en el país, c) Es prioritario realizar colecta de germoplasma de girasol silvestre y criollo para que se utilice por los mejoradores nacionales para la obtención de nuevas variedades que satisfagan las necesidades de la industria, productores y consumidores, d) Se requiere la participación de taxónomos expertos en los géneros *Helianthus* y *Tithonia* para identificar la diversidad genética con la que se cuenta en México y definir cuales están en alguna categoría de riesgo, e) Es necesario definir estrategias para involucrar agricultores en la formación de bancos de germoplasma comunitarios, para la conservación in situ del girasol.

**Palabras clave:** Erosión genética, variabilidad, extinción.

## Introducción

México y el suroeste de los Estados Unidos se consideran el centro de origen de la especie *Helianthus annuus* L. (Bye et al., 2009). En la actualidad, el girasol es uno de los principales granos oleaginosos, con una superficie mundial sembrada de alrededor de 26'207,261 ha y un rendimiento medio de 1,807 kg/ha de grano (AtlasBig India, s.f.).

Los principales productores son: Argentina, Federación Rusa, Ucrania, India y la Unión Europea (López, 2003). En orden de importancia, los principales países productores de girasol son: Rusia, Ucrania, Argentina, India, China, Rumania y Estados Unidos (FAO, 2008). En conjunto, estos países sumaron el 72% del total de la producción mundial de girasol, que asciende a 21.44 millones de toneladas, destacando Rusia, que aporta el 23% de la producción de esta oleaginosa a nivel mundial. En los últimos años, se registró una disminución de la producción mundial con una tasa de crecimiento negativa de -8.8%. (CONASIPRO, 2019).

Actualmente las exportaciones de Estados Unidos para Europa de aceite de girasol han decrecido (Schneiter, 1997). Para México, la superficie sembrada en el año 2007, de acuerdo a datos publicados por la SAGARPA fue de 230 ha con una producción de 93 t, siendo el Estado de México y Morelos las únicas entidades productoras (SIAP, 2008). Sin embargo, esta cantidad es insuficiente para el consumo interno, por lo que casi la totalidad de la semilla necesaria para la industria (130 mil t), se importa.

El girasol ocupa el sexto lugar entre los cultivos de oleaginosas, después del cártamo, soya, cacahuate, ajonjolí y canola. La producción de girasol para semilla enfrenta un serio problema de competencia con la producción de este cultivo con fines ornamentales y para forraje; de tal manera, que la cantidad que se siembra para semilla tiene altibajos muy notables. En los últimos dos años, la superficie cosechada de girasol en el país no ha rebasado las 200 ha; esto en buena medida se debe a la falta de una estrategia de fomento a su producción.

La empresa Pepsico Internacional tiene el interés de que, en el seno del Programa Nacional de Oleaginosas, se promueva el cultivo, de tal manera que se logre el incremento de la superficie cosechada de girasol a 12,500 ha para 2016.

El objetivo general de este trabajo fue realizar un diagnóstico sobre el estado que guardan las colectas y las accesiones de girasol que se tienen en los bancos de germoplasma en México y con base en esto definir las estrategias de conservación y de colecta de girasol criollo y silvestre y fortalecer la Red de Girasol con investigadores de diferentes instituciones dedicadas a la docencia e investigación.

### **Materiales y métodos**

Las actividades realizadas por la Red de Girasol se enmarcan en torno a las siguientes líneas de acción del SINAREFI que son:

a) Línea de Acción II: bajo el rubro de Conservación ex situ, cuya estrategia es la recolección de poblaciones de girasol criollo y silvestre para lo cual se realizó la recolección de poblaciones de girasol criollo, mejorado o silvestre en seis estados de la República Mexicana, realizando el acopio de la información recabada y depositando en los bancos de germoplasma vegetal las poblaciones de girasol criollo o silvestre recolectados.

b) Línea de Acción III: bajo el rubro de Uso y potenciación, cuya estrategia fue la caracterización de la variedad mejorada de girasol denominada “Bienvenido Paisano”, con adaptación para el Bajío de México; esta caracterización se realizó en el Campo Experimental Bajío, en Celaya, Gto., la cual se registrará ante el SNICS.

c) Línea de Acción IV: bajo el rubro de Creación de capacidades, cuya estrategia es la promoción de la Red Girasol, para fortalecerla con investigadores, académicos, técnicos

y productores de diferentes instituciones dedicadas a la investigación, docencia y producción de girasol.

## **Resultados y discusión**

En la Línea de Acción II: bajo el rubro de Conservación ex situ se realizaron 31 colectas de materiales criollos, mejorados y silvestres en los estados de San Luis Potosí, Sinaloa, Baja California, Jalisco, Tamaulipas y Nuevo León, las cuales se entregaron al SINAREFI con sus respectivos datos de ubicación.

También se realizó un diagnóstico de los herbarios y colectas registradas en los bancos de germoplasma, como el del BANGEV-UACH (46 accesiones), UAAAN (tres accesiones) y en los campos experimentales del INIFAP donde se realiza mejoramiento genético: Río Bravo (ninguna accesión), Celaya (30 accesiones) y Durango (tres accesiones) y con productores de la zona media del estado de San Luis Potosí (cinco accesiones de girasol criollo), que totalizaron 87 accesiones. Es necesario coleccionar la diversidad de girasoles silvestres y realizar su identificación taxonómica, para seguir haciendo mejoramiento genético para esta especie, así como la preservación de la variabilidad.

Para la Línea de Acción III: bajo el rubro de Uso y potenciación, en el Campo Experimental Bajío se caracterizó la nueva variedad de girasol denominada “Bienvenido Paisano” con adaptación para el Bajío de México; esta variedad se registrará ante el SNICS por el INIFAP, la División Ciencias para la Vida (DICIVA) de la Universidad de Guanajuato y por la Red de Girasol del SINAREFI.

En la Línea de Acción IV: bajo el rubro de Creación de capacidades, cuya estrategia es la promoción de la red girasol para fortalecerla, se diagnosticó la necesidad de la participación de taxónomos expertos en los géneros *Helianthus* L. y *Tithonia* Desf. ex Juss., para identificar la diversidad genética con la que se cuenta en México y que especies están amenazadas de su extinción.

## **Conclusiones**

Es necesario e imprescindible recolectar la variabilidad del girasol silvestre existente en el país, para evitar su extinción y erosión de la diversidad genética. Se debe mantener en buenas condiciones la semilla en los diferentes bancos de germoplasma, para su uso en programas de mejoramiento genético.

## **Literatura citada**

AtlasBig India. s.f. World sunflower production by country. <https://www.atlasbig.com/en-in/countries-by-sunflower-production> [Consultado el 11 de octubre de 2020].

Bye, R., Linares, E. y Lentz, D. L. 2009. México: centro de origen de la domesticación del girasol. TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas 12(1):5-12.

CONASIPRO (Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas). 2019. Girasol, situación actual mundial y nacional. [http://www.oleaginosas.org/art\\_237.shtml](http://www.oleaginosas.org/art_237.shtml) [Consultado el 30 de septiembre de 2020].

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2008. Food and agriculture data. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. [Consultado el 12 de diciembre de 2008].

López B., L. 2003. Cultivos industriales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1071 p.

Schneiter, A. A. 1997. Sunflower Technology and Production. Serie Agronomy No. 35. ASA. CSSA. SSSA. Madison, WI, USA. 834 p.

SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2008. Avance de siembras y cosechas año agrícola 2007 en México. <http://sagarpa.gob.mx> [Consultado el 12 de diciembre de 2008].



## EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE HÍBRIDOS DE GIRASOL ALTO OLEICO BAJO RIEGO Y TEMPORAL EN GUANAJUATO

Hernández Martínez Miguel<sup>1\*</sup>, Medina Cázares Tomás<sup>1</sup> y Montero Tavera Víctor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío. INIFAP. [hernandez.miguel@inifap.gob.mx](mailto:hernandez.miguel@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

La evaluación de híbridos sobresalientes de girasol alto oleico, con base en el comportamiento agronómico y productivo en ambientes heterogéneos, para su recomendación comercial, ha sido una estrategia importante para que el productor tenga la certeza de seleccionar el mejor híbrido para su siembra. Los objetivos de este trabajo fueron: a) determinar el potencial productivo del suelo para el cultivo de girasol y b) evaluar cinco híbridos alto oleico de la empresa Syngenta bajo riego y temporal para su recomendación comercial en Guanajuato. La evaluación se realizó en el ciclo primavera-verano de 2016, en la localidad de Celaya, Gto., bajo condiciones de riego, y en la localidad de Irapuato, Gto., bajo condiciones de temporal. En condiciones de riego, los híbridos Syn-3950-HO y Syn-3970 fueron estadísticamente superiores, con rendimientos de 6 y 5.9 t/ha, respectivamente. A su vez, en condiciones de temporal, los híbridos Syn-3950-HO y Syn-3965-CLHO fueron los de mayor rendimiento con 3.6 y 3.4 t/ha. El contenido de aceite y porcentaje de aceite oleico fueron excelentes con un 39 a 44% de aceite en el grano y de éste, de 90 a 92% fue de tipo oleico.

**Palabras clave:** Aceite, Omega 9, disminución de riesgo por sequía.

### Introducción

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una planta oleaginosa originaria de México y los Estados Unidos (Bye *et al.*, 2009), que desempeña un papel fundamental en la alimentación humana. Es una de las principales fuentes de extracción de aceite comestible, conteniendo en su grano hasta más de 40% de aceite de excelente sabor y calidad (Anushree *et al.*, 2017). Además de lo anterior, de acuerdo con Hernández

(2011), este cultivo presenta tolerancia a heladas y a sequía, por lo que representa una alternativa de producción en el estado de Guanajuato. En esta entidad durante el periodo 2007-2011 se produjeron en promedio 218.6 t de girasol, de una superficie cosechada de 123.5 ha, en las que los rendimientos promedio fueron de 2.8 t/ha (SIAP, 2013). Aunque la superficie sembrada es pequeña, esta entidad tiene más de 300,000 ha con potencial para producir este cultivo (López-Rocha *et al.*, 2018).

El Gobierno Federal, desde 2008 a la fecha, está apoyando las siembras de oleaginosas a través de un programa denominado Pro-Oleaginosas, en el cual, los productores interesados en la siembra de este cultivo una vez inscritos se consideran en un programa de estímulo en el cual, al cosechar, por cada tonelada comercializada previa comprobación de venta recibe \$1,500.00 con el objeto de que el productor siga sembrando las oleaginosas, ya que México no es autosuficiente en la producción de éstas.

La producción de girasol en el estado de Guanajuato se realiza durante el ciclo primavera-verano (P-V), en el cual, los rendimientos promedio estimados son de 3 y 2.4 t/ha para riego y temporal, respectivamente. Actualmente se está promoviendo la siembra de híbridos de girasol alto oleico de las empresas Nuseed, Pioneer y Syngenta, bajo agricultura por contrato con las empresas Pepsico, AK de Jalisco y Tron Hermanos.

En la entidad, el girasol se cultiva empleando sistemas de producción bajo condiciones de riego o temporal, dependiendo de la disponibilidad de agua. En cultivos establecidos bajo condiciones de riego se utiliza el agua de pozos profundos, presas y otros cuerpos de agua presentes en el estado, mientras que bajo condiciones de temporal se utiliza la precipitación pluvial que, generalmente oscila entre 380 mm en la parte norte y 500 a 600 mm, de la parte centro hacia el sur del estado. El objetivo de este trabajo fue a) determinar el potencial productivo del suelo para el cultivo de girasol y b) evaluar cinco híbridos alto oleico de la empresa Syngenta bajo riego y temporal para su recomendación comercial en Guanajuato.

## **Materiales y métodos**

Para cumplir con el primer objetivo de determinar el potencial productivo del girasol en Guanajuato, mediante la herramienta Sistema de Información Geográfica (SIG), se suministraron datos agroclimáticos de los requerimientos del girasol. Una vez definidos los requerimientos se clasificaron las áreas de aptitud potencial (alta, media y baja), sobreponiendo las coberturas de las variables clima, suelo y topografía del estado de Guanajuato. Se determinaron las áreas que reúnen los requerimientos, y posteriormente se clasificaron de acuerdo al grado en que reunían los requerimientos asignándoles una categoría. Posteriormente se sobrepuso la cobertura actualizada del uso del suelo agrícola del estado de Guanajuato (Paredes *et al.*, 2011), por lo que los resultados se encuentran acotados únicamente a la superficie agrícola de la entidad.

Para el segundo objetivo se evaluó los híbridos de girasol alto oleico en riego y temporal. Los híbridos que se evaluaron fueron: 1. Syn-SX15533-CLHO, 2. Syn-3970, 3. Syn-3965-CLHO, 4. Syn-3950-HO y 5. Syn-3845-HO. Los testigos que se usaron fueron AG-62 (de la empresa Nuseed) en riego y temporal, P63HE60 en riego y P64HH118 en temporal, los cuales se recomiendan en el estado.

La localidad de riego se ubicó en el Campo Experimental Bajío con sede en Celaya, Gto., y la localidad de temporal se ubicó en el Campo Experimental del DICIVA de la Universidad de Guanajuato, en Irapuato, Gto.

El diseño experimental usado en ambas localidades fue de bloques al azar. En el ensayo de riego, el número de repeticiones fue de ocho, con tamaño de parcela de cinco surcos de 10 m de largo por híbrido por repetición para cosechar el surco central. En el ensayo de temporal, el número de repeticiones fue de cuatro, con tamaño de parcela de cinco surcos de 10 m de largo para cosechar el surco central. El ancho de surco en ambas localidades fue de 76 cm.

En la localidad de riego la siembra se realizó en el “lomo de surco” y en la localidad de temporal se sembró en el fondo del surco en tierra “venida”, una vez que la precipitación mojó el terreno a una profundidad de 20 cm. En ambas condiciones se sembró, en forma manual depositando dos semillas cada 20 cm, y una vez que nacieron se aclaró a una planta, para tener una densidad cinco plantas por metro lineal.

En el Cuadro 1 se muestran los requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de girasol.

Cuadro 1. Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de girasol.

Variable	Rango	Unidad de medida
Clima	Tropicales, subtropicales y templadas	S/U
Precipitación durante el ciclo	600 a 1,000	mm
Temperatura anual promedio	23	°C
Temperatura mínima extrema	35	°C
Temperatura máxima extrema	40	°C
Tipo de suelo	Feozem, Litosol, Castañozem, Vertisol	S/U
Textura del suelo	Franco arenosa, franco arcillosa	S/U
Profundidad de suelo	>50	cm
Salinidad/sodicidad del suelo	Tolerante hasta 4.5	dS/m
pH	6.0 a 7.5	S/U
MO	>0.5	%
CIC	>15	meq/100 g
Altitud	0 a 1,900	m
Pendiente del suelo	<8	%

Fuente: Ruiz *et al.* (1999).

Se evaluaron las siguientes variables en riego y temporal: días a la nacencia, días a floración al 50% (R5), diámetro de capítulo, altura de planta, evaluación de sanidad, rendimiento y humedad de grano transformado a kilogramos por hectárea y análisis del perfil de ácidos grasos. Para las variables de rendimiento, días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo se realizó análisis de varianza propio para el diseño de bloques al azar y la prueba de Tukey al 5% para la separación de medias y tener un intervalo de confianza del 95% de que los resultados obtenidos son ciertos.

## Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestra el mapa de aptitud potencial para la producción de girasol bajo condiciones de riego en Guanajuato, en el cual se observa que, las áreas con mayor aptitud potencial se encuentran en la región de El Bajío, en la zona norte del estado en los municipios de San Felipe, San Luis de la Paz, Victoria y Dolores Hidalgo, así como en Yuriria y Acámbaro, en la parte sur del estado. Las zonas con mayor aptitud potencial para el cultivo de girasol bajo condiciones de temporal se muestran en la Figura 2, las cuales se ubican en la zona centro y sur del estado de Guanajuato y en los municipios de Silao, Cuerámbaro, Abasolo, Huanímaro y Pénjamo.

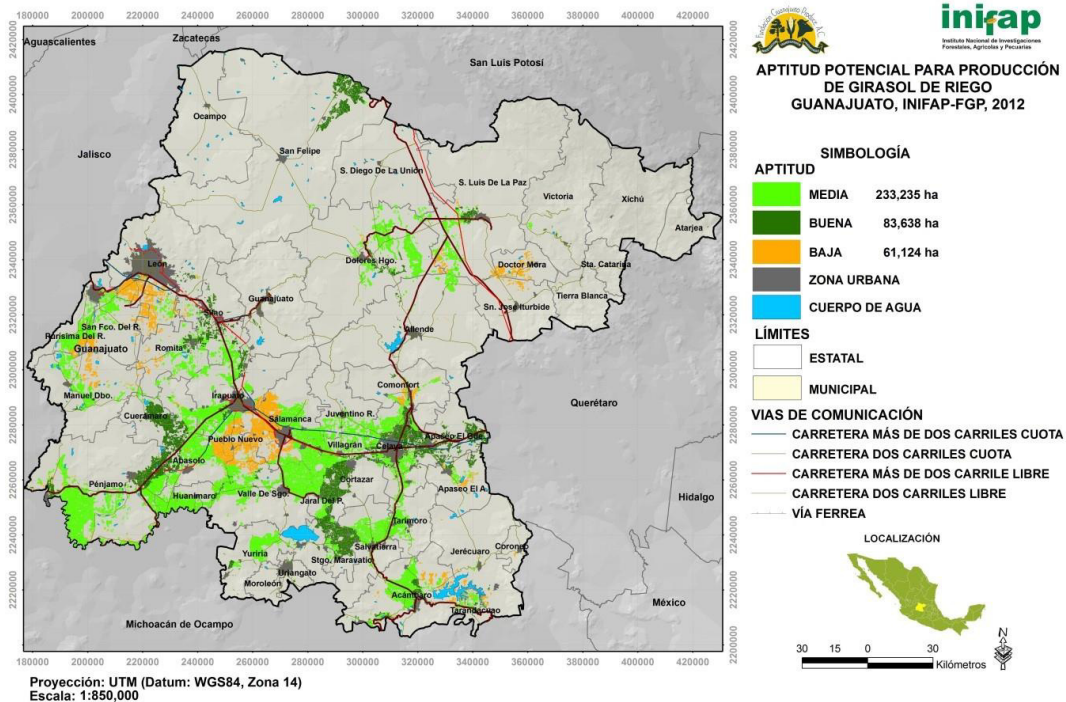


Figura 1. Zonas con aptitud potencial para cultivar girasol bajo condiciones de riego en el estado de Guanajuato.

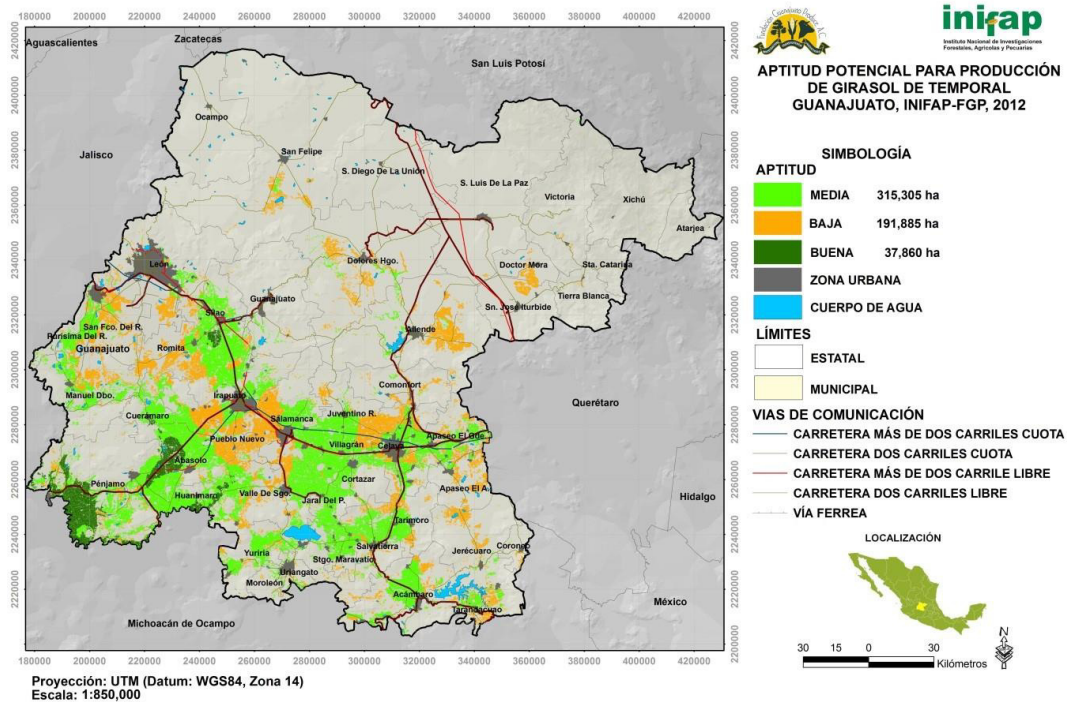


Figura 2. Zonas con aptitud potencial para cultivar girasol bajo condiciones de temporal en el estado de Guanajuato.

En el Cuadro 2, se muestran los resultados de las variables estudiadas bajo riego. Destacan los híbridos Syn 3950-HO y Syn-3970 que fueron estadísticamente superiores al resto, con rendimientos de 6 y 5.9 t/ha, respectivamente. En un segundo grupo destacan los híbridos Syn-SX15533-CLHO, AG-62 y Syn-3965 con rendimientos de 4.9, 4.8 y 4.6 t/ha. Estos rendimientos no se habían obtenido en Guanajuato; las causas que influyeron en la obtención de rendimientos tan altos, son el potencial genético de estos híbridos y el incremento de fertilización, ya que se aplicó la fórmula 150-40-00, mientras que la recomendación tradicional es aplicar la fórmula 120-40-00. El incremento de 30 unidades de nitrógeno a la recomendación de la región, indica que existe respuesta al incremento de nitrógeno en el rendimiento. Respecto a días a floración, los híbridos evaluados tuvieron un comportamiento similar al de los testigos. Todos los híbridos presentaron excelente sanidad.

Cuadro 2. Rendimiento y características de los híbridos bajo riego.

Híbrido	Rendimiento kg/ha	Días a floración al 50%	Altura (m)	Diámetro capítulo (cm)	Días a la nacimiento
SYN 3950 HO	6008 a	79 a	2.15	28	6
SYN 3970	5964 a	76 a	2.20	27.5	6
SYN SX15533CLHO	4904 b	73 b	1.95	24	5
AUSI GOLD 62 Testigo	4899 b	79 a	2.35	26	6
SYN 3965 HO	4659 b	70 bc	2.10	24.5	5
SYN 3845 HO	3838 c	68 bc	1.85	26.5	6
P 63HEGO Testigo	3800 c	66 c	1.85	25	5
DMS Tukey 0.05	480	5	NS	NS	NS

Bajo condiciones de temporal, los híbridos Syn-3950-HO y Syn-3965-CLHO fueron los de mayor rendimiento con 3.6 y 3.4 t/ha. En un segundo grupo se ubicaron los híbridos Syn-3845-HO, Syn-3970, y el testigo P64 HH118, los tres con un promedio de rendimiento de 3.1 t/ha. Estos altos rendimientos, que son semejantes a los que normalmente se obtienen bajo condiciones de riego, se debieron al potencial genético de los híbridos y a la precipitación de 466 mm que tuvo una distribución muy regular durante el desarrollo del cultivo. Todos los híbridos presentaron excelente sanidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento y características de los híbridos bajo temporal.

Híbrido	Rendimiento kg/ha	Días a floración al 50% (R5)	Altura m	Diámetro capítulo (cm)	Días a la nacimiento
SYN 3950 HO	3617 a	73 ab	1.85	29	5
SYN 3965 CLHO	3420 ab	67 c	1.65	25	5
SYN 3845 HO	3196 b	63 d	1.40	25.5	5
SYN 3970	3190 b	73 ab	1.77	28	5
P64 HH118 Testigo	3124 b	69 bc	2.06	24	5
SYN SX15533CLHO	2709 c	68 bcd	1.70	25	5
AUSI GOLD 62 Testigo	2473 c	74 a	1.60	26	6
DMS Tukey 0.05	342	5	NS	NS	NS

En el Cuadro 4 se muestra el contenido de ácidos grasos de cada híbrido, destacando los híbridos Syn-3950-HO, Syn-3965-CLHO y Syn-SX15533-CLHO, que mostraron más de 92% de aceite tipo oleico y los híbridos Syn-3970 y Syn-3845-HO obtuvieron más de 90% de aceite tipo oleico. En general se puede decir que se tuvieron excelentes porcentajes de aceite tipo oleico.

Cuadro 4. Perfil de ácidos grasos (g/100 g de aceite) en los híbridos de Syngenta.

Híbrido	Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico	% aceite
SYN SX15533CLHO	3.04±0.05	1.10±0.10	92.2±0.25	2.66±0.05	39.9±1.05
SYN 3970	3.17±0.05	2.36±0.20	90.3±0.11	3.14±0.05	44.8±0.25
SYN 3965 CLHO	2.87±0.11	0.68±0.07	92.3±0.10	3.18±0.06	39.1±0.93
SYN 3950 HO	3.10±0.09	1.39±0.15	92.2±0.05	2.33±0.01	40.1±1.60
SYN 3845 HO	3.47±0.04	1.95±0.04	90.8±0.07	2.77±0.01	40.3±0.83

## Conclusiones

En riego, los híbridos Syn-3950HO y Syn-3970 presentaron rendimientos de semilla altos en comparación con el resto de genotipos estudiados.

Para condiciones de temporal, los híbridos Syn-3950-HO y Syn-3965-CLHO fueron los de mayor rendimiento con 3.6 y 3.4 t/ha.

Tanto en riego como en temporal, todos los híbridos mostraron un potencial genético superior a los testigos, por lo que se recomienda evaluarse en un segundo año para poder hacer una recomendación amplia en el estado de Guanajuato.

## Literatura citada

Anushree, S., André, M., Guillaume, D. and Frédéric, F. 2017. Stearic sunflower oil as a sustainable and healthy alternative to palm oil. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 37(3):18.

Bye, R., Linares, E. y Lentz, D. L. 2009. México: centro de origen de la domesticación del girasol. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 12(1):5-12.

Hernández M., M. 2011. Componentes tecnológicos del girasol para Guanajuato. Día de Campo del CEBAJ Cultivos de primavera-verano 2011. Memoria Técnica Núm. 2. INIFAP. Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México.



López-Rocha, E, Mireles-Arriga, A. I., Hernández-Ruiz, J., Ruiz-Nieto, J. E. y Rucoba-García, A. 2018. Áreas potenciales para el cultivo de girasol en condiciones de temporal en Guanajuato, México. *Agronomía Mesoamericana* 29(2):10.

Paredes M., R., Mandujano B., A., Gámez V., A. J. y García N., H. 2011. Actualización del mapa de uso del suelo agrícola en el estado de Guanajuato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(1):85-96.

Ruiz C., J. A., Medina G., G., González A., I. J., Ortiz T., C., Flores L., H. E., Martínez P., R. A. *et al.* 1999. Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. Libro Técnico Núm. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Campo Experimental Centro de Jalisco., Guadalajara, Jal., México. 324 p.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> [Consultado el 18 de septiembre del 2013].



## **Producción agropecuaria**



## COSTOS POR USO DE MAQUINARIA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Gómez García Carlos<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. carlosgg@unam.mx

### **RESUMEN**

Los costos totales en que incurren los diferentes sistemas de producción se pueden clasificar en costos fijos y costos variables; dentro de éstos, se encuentran los costos por el uso de maquinaria agrícola. Cada uno de los componentes invertidos y destinados al uso de maquinaria agrícola, se deberán recuperar a través del costo total de producción, sustrayéndolos del valor que se obtiene por la venta del producto final, pero antes, se debe estimar el monto del costo que cada uno de ellos representa para poder cargarlos al costo total de producción, donde se sumará a otros costos derivados de la inversión fija a través de la depreciación, la inversión diferida a través de su amortización y el capital de trabajo. El uso intenso de la maquinaria agrícola permite una reducción en sus costos de uso, mientras que la subutilización conlleva a elevar los costos, arriesgando la competitividad. El uso intensivo también permite la recuperación de la maquinaria en menor tiempo, además de dinamizar la economía en la industria de este sector de la maquinaria y de la agricultura. Esta premisa sólo es válida si se quiere hacer de la agricultura una actividad rentable y competitiva. Omitir cualquier componente del costo que se realiza en la producción, conlleva a una situación de descapitalización constante del productor, que al final puede resultar en una explotación sin rentabilidad, a menos que se inyecte dinero a través de subsidios gubernamentales para mantener la agricultura a flote, o se le deje morir.

**Palabras clave:** Inversión, costos fijos, costos variables, valor de rescate.

## Introducción

Existe una gran cantidad de rubros que componen los costos fijos y variables (Economipedia, 2020), que, desgraciadamente varios de ellos son omitidos al momento de estimar los costos totales para una explotación agrícola, haciendo una estimación distorsionada e incompleta de los mismos y en consecuencia presentan una tasa de rentabilidad también distorsionada. Los costos fijos son llamados también como costos de propiedad, se adquieren para llevar a cabo actividades importantes en la producción y no son objeto de venta inmediata, de ellos se derivan las inversiones hechas por la compra de terrenos, maquinaria agrícola, instalaciones como bodegas, cobertizos, plantas de bombeo, red de riego presurizado, vehículos, invernaderos, herramientas, mobiliario, equipo de cómputo; también se incluyen las amortizaciones de la inversión diferida como honorarios notariales, prima de aseguramiento agrícola, licencias, patentes, diseños, transferencia de tecnología, gastos preoperativos y certificaciones. El capital de trabajo es el necesario para cubrir los costos directos de producción, que incluyen el material, la herramienta y la mano de obra, como el riego, que incluye el costo del agua, la aplicación u operación y la mano de obra, lo mismo para las actividades de labranza que consideran el costo por el uso de maquinaria para la siembra, incluye el servicio por maquinaria agrícola, más el costo de la semilla, por mencionar algunos. Uno de los activos más costosos después de la tierra, es la inversión por maquinaria agrícola; sin embargo, el monto de la inversión por este rubro es totalmente diferente al de los costos implicados por el uso de maquinaria agrícola (Hunt y Wilson, 2015). La inversión sólo se recupera a través de los costos que se cargan por el uso de maquinaria agrícola por cada hectárea trabajada. Cuando se usa un tractor se le engancha otro implemento para realizar esa actividad específica, en el caso de una aradura, al tractor le es enganchado un arado y juntos realizan la aradura (Wikipedia, 2020), entonces los costos de la aradura involucra a ambas máquinas; en casos excepcionales no es así, algunas máquinas operan de manera independiente del tractor y realizan algunas operaciones por sí mismas, tal es el caso de las máquinas cosechadoras combinadas, algunas aspersoras autopropulsadas, incluyendo los drones aspersores, entre otras. En estos casos los costos sólo se consideran por el uso de una sola máquina. Este trabajo tiene

como propósito presentar una guía para determinar los costos totales en que incurre cualquier explotación agrícola y al final del ciclo agrícola se recuperen.

## **Materiales y métodos**

El procedimiento que empleó es la agrupación de todos los costos que se han clasificado en costos fijos y variables (Hunt y Wilson, 2015), con sus componentes respectivos; se considera para este caso un tractor con su implemento enganchado. A cada máquina se le calculan los costos respectivos que, al final se suman para obtener el costo total por hectárea. Finalmente, los costos calculados se suman a otros costos asociados al costo total de producción (Economipedia, 2020; Gestión.Org, 2020).

### **Costos fijos por uso de maquinaria: tractor + implemento**

Depreciación: es la pérdida del valor de la máquina, ya sea por uso o por obsoleta. El cargo anual resultante se deberá recuperar anualmente hasta el final de su vida útil. La LISR (Ley del Impuesto Sobre la Renta), recomienda aplicar el método de línea recta:

$$D = \frac{(P - VR)}{L}$$

Donde D es la depreciación anual y se cargará a los costos (\$/año).

P es el precio de compra de la máquina nueva (\$).

VR es el valor residual o de rescate de la máquina (\$).

L es la vida útil de la máquina (años).

Interés: es el costo anual que se carga como si ese dinero se hubiese depositado en alguna institución bancaria con rendimiento anual a la tasa de interés actualizada.

$$I = \frac{i(P + VR)}{2}$$

Donde: I es el costo por el interés anual (\$/año).

i es la tasa de interés bancaria actual vigente (3% o 0.03).

P y VR ya fueron declarados en la ecuación de la depreciación.

Resguardo: si se construye un cobertizo para resguardar toda la maquinaria, cada máquina deberá abonar una parte proporcional al espacio que ella ocupa en el interior de la construcción.

$$R = \frac{(P * a)}{A * L}$$

Donde: R = es el costo anual debido al resguardo de la máquina (\$/año).

P = es el valor del cobertizo (\$).

A = es el área total del cobertizo (m<sup>2</sup>).

a = es el área que ocupa la máquina dentro del cobertizo, incluye tolerancias (m<sup>2</sup>).

L = es la vida útil del cobertizo en años.

Aseguramiento: si no se quiere correr el riesgo de perder la inversión hecha por la máquina ante algún evento inesperado, entonces se contrata un seguro para ello. Generalmente este cargo anual va del 3% al 5% del valor de la máquina.

Impuestos: La agricultura está exenta de impuestos, siempre que no rebasen los límites de ingresos anuales establecidos por la LISR.

Costo administrativo: son los sueldos anuales del personal administrativo como administrador, secretaria, inspectores de campo y gastos anuales de papelería, servicios de internet, electricidad, telefonía, renta de local.

$$Ad = \frac{(Ca * a)}{A}$$

Donde: Ad = es el costo por administración anual que se carga a la máquina en cuestión (\$/año).

Ca = es la suma de los costos por administración anual y se compone de los siguientes rubros: sueldos de secretaria, administrador, inspectores de campo, mobiliario, papelería, renta de local y servicios (\$/año).

A: se toma como referencia al área total del cobertizo de resguardo (m<sup>2</sup>).

a: área que ocupa la máquina en el cobertizo (m<sup>2</sup>).

Costos variables por uso de maquinaria: tractor e implemento, generalmente se expresan en \$/h y consideran los siguientes:



Salario del operador: el salario diario del operador se divide entre el número de horas laboradas al día contratadas (\$/h).

Combustible: es el costo de combustible por cada hora de trabajo de la máquina, se calcula como sigue:

$$C_c = 0.165 * P_{TDF} * p$$

Donde:  $C_c$ : es el costo por consumo de combustible (\$/h).

$P_{TDF}$ : es la potencia en la toma de fuerza del tractor (HP).

$p$  = es el precio de combustible (\$/L).

Costo por lubricantes (Cl): se refiere al costo de aceites, grasas y filtros que el tractor utiliza regularmente, incluye mano de obra. El costo experimental promedio se ha estimado que representa el 15% de los costos por consumo de combustible.

Costo por reparación y mantenimiento ( $C_{rm}$ ): estos costos incluyen las refacciones, materiales y la mano de obra para colocar estos componentes. El caso de los tractores se ha calculado que representan el 120% el valor del tractor a lo largo de su vida útil, equivalente a 12% anual el valor de la máquina, o también el 10% el valor de un tractor que tiene una vida útil de 12 años.

Cálculo del costo por hectárea. Se determina con la siguiente ecuación:

$$C/ha = \frac{CF_t}{UAt} + \frac{CF_i}{UAi} + (CV_t + CV_i)/CE$$

Donde:  $C/ha$  es el costo por hectárea de la operación (\$/ha).

$CF_t$ : es el costo fijo anual del tractor (\$/año).

$CF_i$ : es el costo fijo del implemento (\$/año).

$CV_t$  y  $CV_i$ : son los costos variables del tractor y del implemento (\$/h).

$CE$ : es la capacidad de campo efectiva real de la operación en cuestión (ha/h).

$UAt$  es el uso anual del tractor, son las hectáreas trabajadas anualmente (ha/año).

$UAi$  es el uso anual del implemento, son las hectáreas trabajadas anualmente (ha/año)

$CE$  es la capacidad real o efectiva de campo de la operación en cuestión (ha/h).

Cuadro 1. Información complementaria para el de cálculo de costos.

Información de máquinas	Información adicional
Tractor de 79.3 kW al freno, precio: \$850,000	Uso anual tractor: 1,957 ha
PTDF: 92.2 HP	Tasa de interés anual: 0.03 (3%)
Vida útil esperada: 12 años	Valor de cobertizo: \$250,000
Valor de rescate de todas las máquinas: 10% valor nuevo	Área de cobertizo: 1,640 m <sup>2</sup>
Área ocupada del tractor (A): 32 m <sup>2</sup>	Vida útil del cobertizo: 20 años
Valor de rastra de discos: \$110,000	Costo administrativo anual (Ad): \$198,000
Área de rastra (a): 15 m <sup>2</sup>	Valor de una aspersora: \$35,000
Vida útil: 12 años	Vida útil: 8 años
Valor de cavadora sinfín: \$37,000	Área ocupada aspersora: 13 m <sup>2</sup>
Vida útil: 10 años	
Área ocupada cavadora: 10 m <sup>2</sup>	

## Resultados y discusión

Los costos estimados corresponden a los más actuales posible, debido a que la economía del país y de todo el mundo se encuentra en una fase de crisis económica y de salud, que ha cambiado el panorama histórico del que se tiene registro. La información corresponde al establecimiento de un cultivo de toronja en el estado de Veracruz y los costos calculados por el uso de maquinaria agrícola corresponden sólo a las actividades realizadas con un tractor y sus implementos respectivos (InfoAgro, 2020). Para el cálculo del costo por hectárea, se considera su capacidad de campo efectiva en cada operación realizada.

Los costos por hectárea calculados corresponden a las actividades que se llevan a cabo en una superficie física de 50 ha de toronja; en la operación de rastreo se repetirá esta actividad cuatro veces al año, lo cual resulta un total de 200 ha trabajadas anualmente; sin embargo, la operación de cavado de cepas para el trasplante, sólo se realiza una sola vez en 50 ha. Para la aspersión de fertilizante foliar y de insecticidas le corresponden cuatro aplicaciones anuales. Estos costos por maquinaria se suman a otros en que incurre todo el proceso de producción para obtener el costo total.

Cuadro 2. Costos por el uso de maquinaria agrícola en un huerto de toronja.

Costos	Rastreo		Cavado de cepas		Aspersión	
	Tractor	Rastra	Tractor	Cavadora	Tractor	Aspersora
Costos fijos (\$/año)						
Depreciación	63,750	8,250	63,750	4,162.5	63,750	3,150
Interés	14,025	1,815	14,025	610.5	14,025	577.5
Resguardo	243.9	118.3	243.9	76.2	243.9	99.1
Seguro	25,500	3,300	25,500	1,100	25,500	1,050
Impuestos	0	0	0	0	0	0
Administrativos	3,863.4	1,811	3,863.4	1,207.3	3,863.4	1,569.5
Suma CF	107,382.3	15,294.3	107,382.3	7,156.5	107,382.3	6,446.1
Costos variables (\$/h)						
Salario operador	55.55	0	55.55	0	55.55	0
Combustible	327	0	327	0	327	0
Lubricantes	49	7.35	49	7.35	49	7.35
Crn	72.15	6.95	72.15	6.95	72.15	6.95
Suma CV	503.7	14.3	503.7	14.3	503.7	14.3

Cuadro 3. Costos fijos y variables de las operaciones realizadas con maquinaria, con uso anual del tractor de 1,957 ha.

Operación(ha/año)	CFt/UA <sub>t</sub>	CFi/UA <sub>i</sub>	CF(t+i)/UA(t+i)	CV <sub>t</sub>	CV <sub>i</sub>	CV <sub>t</sub> + CV <sub>i</sub>
	(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)	(\$/ha)
Rastreo (200 ha)	54.90	76.50	131.40	503.70	14.30	518.00
Cavado de cepas (50 ha)	54.90	143.10	198.00	503.70	14.30	518.00
Aspersión (200 ha)	54.90	32.20	87.10	503.70	14.30	518.00

Cuadro 4. Costos por hectárea trabajada de las operaciones realizadas con maquinaria.

Operación (ha/año)	Capacidad de campo	Suma CF(t+i)	Suma CV(t+i)	Costo total por hectárea
	real (ha/h)	(\$/año)	(\$/ha)	(\$/ha)
Rastreo	0.7644	131.40	518.00	809.00
Cavado de cepas	2.192	198.00	518.00	434.30
Aspersión	3.144	87.10	518.00	251.90

Se puede observar que los menores costos se relacionan directamente con los mayores valores de la capacidad de campo efectiva. Entre menos tiempo se asigne a una

operación, el costo baja y entre más trabaje la maquinaria medido en hectáreas anuales, también se reducen los costos.

Los costos totales de una explotación agrícola tienen que ver con el tipo de cultivo, con las actividades que requiere el proceso de producción y en este caso, con el tipo de tecnología que se adopte. Para esto se requiere de un listado de todas las actividades que se realicen, de los tiempos que se asigna a cada operación, de la cantidad de recursos físicos óptimos en cada caso, de las normas agrotécnicas que establecen cómo realizar la operación y las herramientas requeridas que dictan con qué llevar a cabo cada actividad.

## **Conclusiones**

1. Los costos por uso de maquinaria agrícola en un proceso productivo, forman parte en conjunto con otros costos propios del proceso de producción. 2. Los costos fijos y los costos variables en conjunto conforman el costo total en cualquier sistema productivo. 3. Cualquier omisión de algún rubro que tenga un costo y no sea contemplado en el costo total, como puede ser el pago de intereses de un crédito, tendrá efectos negativos y será motivo de una distorsión del costo total. 4. A mayor uso de la maquinaria agrícola medido en hectáreas y horas anuales trabajadas, los costos disminuyen, por tal razón se recomienda un uso intensivo de la misma. 5. Los subsidios en la adquisición de maquinaria agrícola en México, deben tratarse como impulsores de la mecanización agrícola y en la estimación de costos, tratarse como si no existiese el subsidio, para no depender de este apoyo en lo sucesivo.

## **Agradecimientos**

A la DGAPA de la UNAM, por el apoyo recibido para desarrollar este proyecto PAPIME PE 214619: Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Agrícolas Mediante Colecciones Biológicas y Virtuales.

## Literatura citada

Economipedia. 2020. Costos Fijos y variables. <https://economipedia.com/definiciones/costos-fijos-y-variables.html#:~:text=Los%20costos%20fijos%20y%20variables,cambios%20significativos%20en%20el%20montante> [Consultado el 28 de julio de 2020].

Gestion.Org. 2020. El proceso productivo: qué tipos hay y cuáles son sus etapas. <https://www.gestion.org/el-proceso-productivo/> [Consultado el 28 de julio de 2020].

Hunt, D. and Wilson, D. 2015. Farm Power & Machinery Management. 11th ed. Waveland Press, Inc. Long Grove, IL, USA. 360 p.

InfoAgro. 2020. Curso de Citricultura on line. El cultivo del pomelo (1ª parte). <https://www.infoagro.com/citricos/pomelo.htm>. [Consultado el 28 de julio de 2020].

Wikipedia. 2020. Maquinaria agrícola. [https://es.wikipedia.org/wiki/Maquinaria\\_agrícola](https://es.wikipedia.org/wiki/Maquinaria_agrícola) [Consultado el 28 de julio de 2020].



## SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE MAÍZ EN LOCALIDADES DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS TUXTLA, VERACRUZ

Capetillo Burela Ángel<sup>1\*</sup>, Zetina Lezama Rigoberto<sup>1</sup>, Reynolds Chávez Marco Antonio<sup>1</sup>, Uribe Gómez Sergio<sup>1</sup>, Matilde Hernández Cristian<sup>1</sup> y López Collado Catalino Jorge<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. [capetillo.angel@inifap.gob.mx](mailto:capetillo.angel@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz

### **RESUMEN**

Durante el periodo de diciembre de 2019 a abril de 2020, en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, se condujo un proyecto denominado “Programa de Desarrollo Territorial (PRODETER) 18 Los Tuxtlas, el cual contempló la elaboración de un diagnóstico, asistencia técnica personalizada a productores y el establecimiento y seguimiento de módulos demostrativas con maíz para grano. El objetivo de la investigación fue identificar la problemática de productores de maíz beneficiados con el proyecto, en ocho localidades de los municipios de San Andrés Tuxtla y Catemaco, Veracruz: Salto de Eyipantla con 11 productores, Los Méridas, con 10 productores, Calería con dos productores, Catemaco con dos productores, Atexalita con un productor, Ahuacapan con 21 productores, Abrevadero con 10 productores, y Comoapan con 43 productores. Con base en el muestreo aleatorio simple, se realizaron 28 encuestas en las siguientes localidades de Comoapan, Ahuacapan, Los Méridas, San Andrés, Abrevadero y Salto de Eyipantla. Adicionalmente se establecieron dos módulos demostrativos con maíz: uno en la localidad de Comoapan y otro en Ahuacapan, municipio de San Andrés Tuxtla. Se transfirieron las tecnologías: labranza vertical sola y combinada con doble paso de rastra, introducción de híbridos y variedades de maíz generadas por el INIFAP, dosis de fertilización química con base en el método racional, uso de micorrizas, zeolita y humus de lombriz. Con el diagnóstico base y el establecimiento de los dos módulos demostrativos, se identificó la problemática del cultivo en esa región; más del 90% de los problemas fueron solucionados con el apoyo de extensionistas e investigadores del INIFAP, mediante la atención personalizada de asistencia técnica, cursos de capacitación y giras de intercambio. Se concluye que el diagnóstico y los módulos demostrativos, son

una herramienta fundamental para identificar y atender personalmente la problemática de la parcela del productor, con cultivos anuales o perennes.

**Palabras clave:** Diagnóstico, ladera, suelo, erosión, *Zea mays* L.

## **Introducción**

Los pequeños productores agrícolas de México cultivan maíz en más de 2.28 millones de unidades de producción, que tienen menos de 5 ha de tierra cultivable; éstas equivalen al 60% del total nacional y representan 4.68 millones de hectáreas. Este tipo de productores generalmente se encuentra ubicado en áreas de laderas, con sistemas inadecuados de manejo de sus cultivos que, aunado a la topografía de sus suelos e intensidad de las lluvias, aceleran el proceso de erosión hídrica, repercutiendo en rendimientos más bajos en comparación con los que se obtienen en áreas agrícolas sin pendientes (Francisco-Nicolás *et al.*, 2006; Salgado y Obrador, 2012).

Con la finalidad de conocer la situación actual del agroecosistema maíz existente en localidades del municipio de San Andrés Tuxtla, en Veracruz, de diciembre de 2019 a abril de 2020, se realizó el proyecto denominado “Programa de Desarrollo Territorial (PRODETER)-Los Tuxtlas”, con el objetivo de impulsar el desarrollo económico y productivo de las pequeñas unidades de producción familiar, ubicadas en municipios clasificados como de alta marginación, ya que se tiene identificado que, en las unidades de producción familiar (UPF) de la región sur de la República Mexicana, persisten familias que fundamentan sus ingresos en la venta de pequeños excedentes de producción y la renta de la mano de obra de uno o más de los integrantes del núcleo familiar. La falta de tecnologías específicas para estos sistemas, apoyos gubernamentales, mala organización de los productores, baja fertilidad del suelo, condiciones climáticas erráticas y la carencia de asesoría técnica y extensión agrícola, han dado lugar a sistemas de producción de subsistencia, que, generalmente presentan poca o nula sostenibilidad y baja rentabilidad (INEGI, 2009).



Este PRODETER, fue dirigido al beneficio de 100 productores de maíz con problemas de suelos accidentados, bajos rendimientos de sus cultivos, principalmente por la pérdida de suelo, la falta de tecnologías en el manejo agronómico del maíz y el uso de materiales criollos. Las localidades y número de productores beneficiados con el programa (entre paréntesis) se mencionan a continuación: Salto de Eyipantla (11), Los Méridas (10), Calería (2), Catemaco (2), Atexalita (1), Ahuacapan (21), Abrevadero (10), y Comoapan (43). Estas localidades pertenecen a los municipios de San Andrés Tuxtla y Catemaco, Ver., región en la cual anualmente siembran en promedio 8,531 ha de maíz (SIAP, 2020). El muestreo para la determinación del número de encuestas necesario para realizar el diagnóstico fue basado en el método aleatorio simple, con el cual se definió la aplicación de 28 encuestas a productores beneficiados en el programa de maíz. Uno de los componentes clave del proyecto fue el establecimiento de módulos demostrativos con tecnologías de alto impacto en esa región, así como el servicio de extensión agrícola, los cuales permitieron hacer llegar a los 100 productores del proyecto, las tecnologías disponibles del INIFAP para mejorar los actuales sistemas de producción del cultivo de maíz, que presentan en sus UPF. Se lograron identificar los principales problemas que tienen los productores con su cultivo, los cuales, en más del 90% se resolvieron con el apoyo de extensionistas e investigadores del Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP (CECOT), mediante la atención personalizada de asistencia técnica, cursos de capacitación, giras de intercambio y demostraciones en campo con las tecnologías implementadas en los módulos demostrativos en localidades del municipio de San Andrés Tuxtla, Ver.

## **Materiales y métodos**

El PRODETER Los Tuxtlas está integrado por cuatro municipios: Catemaco, Hueyapan de Ocampo, San Andrés Tuxtla y Santiago Tuxtla, las cuales tienen una superficie conjunta de 2,947 km<sup>2</sup> (4.1% del territorio estatal). Limita al norte con el Golfo de México, al este y sureste con la región Olmeca y al oeste con la región del Papaloapan.

El clima varía de tropical a subtropical húmedo debido a las diferentes altitudes de la comarca; sin embargo, los climas predominantes son: cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido húmedo con lluvias todo el año, y cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual oscila entre 18 y 26°C; la precipitación anual varía entre 2,000 y 4,500 mm. De noviembre a enero se presentan vientos del norte, y el resto del año los vientos son del noreste (García, 1987).

En cada una de las parcelas de los 100 productores beneficiados con el PRODETER, se colectaron muestras de suelos con el apoyo de los extensionistas, las cuales se llevaron al Laboratorio de Suelos del CECOT para el análisis de algunos parámetros físico-químicos.

Las encuestas se aplicaron de forma personalizada a 28 productores seleccionados aleatoriamente en las localidades con el mayor número de personas beneficiadas: Comoapan (10), Ahuacapan (6), Los Méridas (4), Cabecera municipal de San Andrés Tuxtla (4), Abrevadero (3) y Salto de Eyipantla (1). Las encuestas se integraron con los siguientes indicadores: a) Datos generales del productor, b) Información de la Unidad de Producción Familiar (UPF), c) Información de los servicios de apoyo al cultivo, d) Condiciones climáticas y edáficas, e) Datos del cultivo, f) Tecnología de producción, g) Comercialización, h) Problemática, i) Disponibilidad de infraestructura y equipo, j) Necesidades de capacitación y k) Oportunidad de mejora. En total se formularon 72 preguntas enfocadas a la situación actual del agroecosistema maíz en la región de Los Tuxtlas, Ver. En esta actividad se contó con el apoyo de extensionistas del sector, dos líderes de grupo, cuatro informantes clave, y las autoridades locales del municipio de San Andrés Tuxtla. La información generada con la aplicación de las encuestas se concentró en una base de datos en el programa Excel; algunas variables se analizaron con estadística básica, mientras que otras, con el paquete estadístico SPSS.

Se establecieron dos módulos demostrativos: uno en la localidad de Comoapan y otro en la localidad de Ahuacapan. En cada módulo se incluyeron las siguientes tecnologías: 1. Uso del arado de cinceles sólo y en combinación con doble paso de rastra, 2. Densidades

de población de maíz de 31,250 y 62,500 plantas/ha. 3. Genotipos de maíz del INIFAP (H-520, H-567 y VS-536), más dos híbridos comerciales (HTC-1401, HTC-1501) y un testigo local (BIOGEN) y 4. Nutrición mineral con base en el método racional de fertilización, así como el uso de micorrizas.

## **Resultados y discusión**

### **Suelos**

De acuerdo con los análisis de las muestras de suelos, los suelos predominantes son: Andosol, Vertisol, Phaeozem, Luvisol, Cambisol, Gleysol y Arenosol, que coinciden con lo indicado por el INEGI (2010). En el módulo demostrativo de Comoapan, el suelo es Cambisol Vértico-Dystrico y en el de Ahuacapan, Andosol Víttrico-Mólico.

### **Aspectos generales de los productores**

El 79 % de los productores son hombres, lo cual indica que en esa región aún continúa predominando el sexo masculino en la ejecución de labores agrícolas, mientras que las mujeres presentan escasa participación en las actividades de campo. En lo que respecta a la edad, se encontró que el 4% de los productores son menores de 40 años, 32% tienen entre 51 a 60 años, y 39% entre 61 y más de 70 años. El 23, 34 y 14% de los productores tienen primaria completa, primaria incompleta y secundaria completa, respectivamente, y sólo un 3% no estudió, lo cual muestra que el nivel de estudios es relativamente bajo con respecto a otras partes del estado, donde el nivel mínimo de estudio es la preparatoria completa. El 60% obtienen sus ingresos por la venta del maíz, y el resto requieren de alguna de las actividades complementarias, lo cual indica que la producción del grano es fundamental para mantener cierta calidad de vida en las familias que se dedican a la agricultura.

Tomando como base la clasificación campesina de tierras (Ortiz *et al.*, 1990; Salgado-Velázquez *et al.*, 2017), el 61% de los suelos de los productores tienen una textura arenosa, 32% arcillosa y el 7% restante, es un suelo considerado con una textura limosa. Derivado de ello, el 17% de los productores realizan obras de conservación de suelos

enfocados a la elaboración de terrazas, 13% curvas de nivel, 7% uso de residuos) y 63% no realizan ninguna obra de conservación de sus suelos, a pesar de que la mayoría de ellos son de ladera.

### **Sistema de producción del maíz**

Los productores tienen en promedio 34 años sembrando maíz, en una superficie promedio de 2.7 ha y con 18 kg de semilla por ha, lo cual indica que todos ellos conocen a detalle los aspectos generales del manejo de su cultivo en esas regiones. La distancia de siembra entre surcos es de 82 cm y entre plantas de 43 cm, con una duración del ciclo del cultivo de cinco meses a partir de la siembra. El 68% utiliza híbridos comerciales y el 32% restante siembra maíces criollos, con un costo promedio del saco de 20 kg, de \$2,000 para el híbrido y \$276.00 para el criollo.

### **Tecnología de producción del maíz**

El 68% de los productores realizan la siembra en la modalidad de labranza convencional, 11% utiliza el sistema de labranza mínima, y 21% labranza reducida, lo cual indica que a pesar de que tienen suelos accidentados, continúan realizando múltiples movimientos de la capa arable, fomentando con ello la erosión de los mismos.

### **Siembra**

En la región se acostumbra a sembrar 52,000 plantas/ha; el 11% siembran con sembradora, y el 89% restante, en forma manual con espeque. Del total de los productores beneficiados con el programa, el 82% siembran dos veces al año, y el 18% restante lo hace solamente una vez al año. La primera siembra la realizan entre los meses de junio y julio, para cosechar entre noviembre a diciembre, y la segunda, entre noviembre y diciembre, para cosechar su grano entre abril y mayo.

### **Nutrición**

El 68% de los productores realizan dos fertilizaciones: la primera, 20 días después de la siembra y la segunda, 30 días después de la primera aplicación, con una dosis promedio de 150 kg/ha de urea (46-00-00), o urea en mezcla con el 18-46-00 o 17-17-17, para la

primera y segunda fertilización (300 kg/ha/ciclo); solamente el 7% de los productores realizan una tercera fertilización a su cultivo, con fertilizantes foliares comerciales en dosis de 3 L/ha, a los 60 días después de la siembra.

### **Control de malezas**

En el 89% de los casos se presentan problemas con malezas de hojas ancha (plantas C3), y en el 86%, con malezas de hoja angosta (plantas C4). Para el control de malezas, el 93% utiliza herbicidas selectivos, el 3.5% las controla de forma manual o con implementos agrícolas destinados para tal fin, y el 3.5% restante, con tractor y cultivadora. Se determinó que los problemas de malezas más fuertes se presentan a de los ocho a los 50 días después de la siembra. Esta información coincide con lo encontrado por Rosales *et al.* (2004; 2011), quienes mencionan que, cuando las malezas no se controlan en los primeros 40 días después de la siembra, se pueden tener pérdidas en el rendimiento de hasta un 44%, en comparación cuando se realiza un control oportuno de éstas.

### **Control de plagas y enfermedades**

En la región de Los Tuxtlas, la principal plaga del cultivo de maíz es el gusano cogollero, con 58% de frecuencia; éste se presenta desde la emergencia del cultivo, hasta la emisión de la espiga. El control de esta especie y de otras de menor importancia, se realiza con la aplicación de insecticidas, empleando de dos a tres jornales por hectárea con un costo de \$120.00 a \$150.00 por jornal, dependiendo la actividad.

### **Cosecha y manejo postcosecha**

En todos los casos, la cosecha se realiza manualmente (“pisca”) entre cuatro y cinco meses después de la siembra. Se emplean 10 jornales, con un costo promedio por hectárea de \$1,300.00. El rendimiento promedio máximo es de 4 t/ha/ciclo, y el mínimo de 1.5 t/ha/ciclo. El 79% de los productores conservan en costales de plástico y henequén, granero, silo, tanques galvanizados y tambos de plástico, de 20 a 50% de su producción por un periodo de uno a seis meses para autoconsumo.

## **Comercialización**

El 86% venden el grano a los intermediarios, un promedio de 4 t de maíz a \$4,200.00 por tonelada, generando un importe total de \$16,800.00 por ciclo; mientras que un 10% se le venden al consumidor directo (tiendas de abarrotes, molinos, etc.), un promedio de 2.5 t/ciclo, a un precio de \$4000.00 por tonelada, generando una utilidad promedio de \$10,000.00, y finalmente el 4% restante vende en promedio 6 t, a un precio de \$5,600.00 a la central de abastos, generando una utilidad de \$33,600.00 por ciclo de cultivo.

## **Módulos demostrativos**

Se realizaron siete eventos demostrativos y de capacitación, con una asistencia promedio de 55 productores por evento. Se demostró que, al preparar el suelo con sólo el arado de cinceles, se reduce el 50% del costo en la preparación del terreno y además, el cultivo de maíz logró un comportamiento similar en el crecimiento y desarrollo con respecto a la preparación del arado de cinceles en combinación con el doble paso de rastra. Asimismo, el híbrido de maíz H-520 superó en rendimiento al testigo comercial en 15%, con menor costo de la semilla certificada, siendo este material ideal para la producción de grano y elote. Lo antes mencionado concuerda con lo encontrado por Palafox-Caballero *et al.* (2005), quienes evaluaron en condiciones similares diversos materiales de maíz, incluyendo al H-520, obteniendo rendimientos sobresalientes con respecto a otros materiales de maíz regionales y de igual manera, identificaron que este híbrido tiene buen potencial para producir grano, forraje y elote.

## **Conclusiones**

1. El diagnóstico continúa siendo una herramienta fundamental para identificar y atender personalmente la problemática a nivel productor y parcela con cualquier tipo de cultivo anual o perenne, ya que en esta investigación se pudieron atender los principales problemas que presentaron durante todo el desarrollo del cultivo de maíz, mediante la asistencia técnica personalizada. 2. Los módulos demostrativos son una alternativa visual para cualquier tipo de productor, ya que en ellos se puede interactuar físicamente con las tecnologías que se demuestran, y es más factible que los productores copien o implementen algunas tecnologías en sus Unidades de Producción Familiar.

## **Literatura citada**

Francisco-Nicolás, N., Turrent-Fernández, A., Oropeza-Mota, J. L., Martínez-Menes, M. R. y Cortés-Flores, J. I. 2006. Pérdida de suelo y relación erosión-productividad en cuatro sistemas de manejo del suelo. *Terra Latinoamericana* 24(2):253-260.

García, E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpen (para adecuarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª. ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 130 p.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Andrés Tuxtla, Veracruz de Ignacio de la Llave. Clave geoestadística 30141. 9 p.

Ortiz S., C. A., Pájaro H., D. y Ordaz C., V. M. 1990. Manual para la Cartografía de Clases de Tierras Campesinas. Serie Cuadernos de Edafología 15. Centro de Edafología Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 59 p.

Palafox-Caballero, A., Tosquy-Valle, O. H., Sierra-Macías, M., Turrent-Fernández, A. y Calderón-Espinosa, A. 2005. Respuesta de híbridos de maíz normales y de alta calidad de proteína a la fertilización química. *Terra Latinoamericana* 23(1):129-135.

Rosales R., E. 2004. Manejo integrado de malezas en sorgo en el noreste de México. Folleto Técnico Núm. 28. SAGARPA. INIFAP. CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas, México. 76 p.

Rosales R., E., Sánchez C., R. y Cerda G., P. A. 2011. Control químico de maleza de hoja ancha en sorgo para grano. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34(4):269.275.

Salgado G., S. y Obrador O., J. J. 2012. Clasificación de suelos de la cuenca baja del río Tonalá por fertilidad. p. 63-82 *In: Zavala C., J. y García-López, E. (eds.). Suelo y Vegetación de la Cuenca Baja del Río Tonalá, Tabasco. Publicación Especial. Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tab., México.*

Salgado-Velázquez, S., Salgado-García, S., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Córdova-Sánchez, S. y Rincón-Ramírez, J. A. 2017. Clasificación de los suelos por fertilidad de la subregión Ríos de Tabasco, México. *Agroproductividad* 10(12):9-15.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Avance de Siembras y Cosechas: Resumen nacional por cultivo. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenDelegacion.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do)

[Consultado el 31 de julio de 2020].



## DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO DE ARROZ DE RIEGO EN EL MUNICIPIO DE TLALIXCOYAN, VERACRUZ

Esqueda Esquivel Valentín A.<sup>1\*</sup>, Becerra Leor Enrique Noé<sup>1</sup>, Zetina Lezama Rigoberto<sup>1</sup>,  
y Reynolds Chávez Marco Antonio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. esqueda.valentin@inifap.gob.mx

### RESUMEN

El Programa de Desarrollo Territorial (PRODETER) fue implementado por el Gobierno Federal en 2019. El PRODETER 24 Papaloapan, está constituido por los municipios de Tlalixcoyan, Tierra Blanca, Tres Valles y Cosamaloapan de Carpio, localizados en el sur del estado de Veracruz. En este PRODETER, se conformaron siete cadenas productivas, entre ellas, la de arroz de riego. Uno de los entregables del componente de investigación del PRODETER fue la elaboración de un diagnóstico técnico-productivo de las unidades de producción familiar. Para la elaboración del diagnóstico de esta cadena, en enero de 2020 se aplicaron encuestas a 20 productores de arroz (20% del total) de la región de Piedras Negras, municipio de Tlalixcoyan, Ver. Los principales problemas detectados fueron: 1. Dependencia total de la variedad Milagro Filipino. 2. Baja producción por temperaturas extremas (altas o bajas), 3. Las fórmulas y dosis de fertilización son muy variables, y no se acostumbra a realizar análisis físico-químico del suelo. 4. No hay distribución uniforme del agua de riego. 5. Las principales especies de malezas son: el zacate de agua [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.], el zacate cola de zorra [*Leptochloa mucronata* (Michx.) Kunth] y el arroz rojo (*Oryza sativa* L.), las cuales tienen dificultad para controlar, debido al desarrollo de resistencia a herbicidas. 6. La chinche café (*Oebalus insularis* Stal) es la principal plaga del cultivo, siendo también importantes el ácaro del vaneo (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) y el barrenador o “novia del arroz” (*Rupela albinella* Cramer). 7. La enfermedad más importante es la piricularia o “quema” del arroz, causada por el hongo *Magnaporthe oryzae* B. C. Couch. 8. Se riega con aguas muy contaminadas. Las etapas de siembra, desarrollo vegetativo y de formación de grano, son en las que se tienen mayores problemas en este cultivo, mientras que, las etapas de madurez fisiológica y cosecha, son donde menos problemas se presentan.

**Palabras clave:** *Oryza sativa* L., variedades, fertilización, plagas y enfermedades, malezas.

## Introducción

En Veracruz, el arroz de riego se produce principalmente en las regiones de Piedras Negras, mpio. de Tlaxcoyan, Joachín, mpio. de Tierra Blanca y en diversas localidades del municipio de Actopan (Hernández *et al.*, 2016). Por muchos años, Veracruz fue el principal estado productor de arroz de México; en 1989 en esta entidad se sembraron 33,781 ha de arroz, principalmente bajo condiciones de temporal (ASERCA, 1994). Sin embargo, el impacto del tratado de libre comercio, el encarecimiento de los insumos, los bajos precios de garantía y los efectos del cambio climático, ocasionaron una reducción continua en la superficie sembrada, al grado que, en 2018, en la entidad solamente se sembraron 3,056 ha de arroz, de las cuales 815 ha correspondieron a la región arrocera de Piedras Negras (SIAP, 2020). A pesar de la baja superficie sembrada en los años recientes, en esta entidad existen 457,267 ha con potencial alto para el cultivo de arroz, siendo el estado que tiene mayor superficie apta para este cultivo (Díaz *et al.*, 2016).

En 2019 el Gobierno Federal a través de la SADER, en concurrencia con el Gobierno del Estado de Veracruz, a través de la SEDARPA lanzaron el Programa de Desarrollo Territorial (PRODETER), con el objetivo de incrementar la productividad, la inocuidad y el ingreso de los productores. Uno de los entregables del componente de investigación del PRODETER fue la elaboración de un diagnóstico técnico-productivo de las unidades de producción familiar. El PRODETER 24 Papaloapan está constituido por los municipios de Tlaxcoyan, Tierra Blanca, Tres Valles y Cosamaloapan, localizados en el sur del estado de Veracruz. Los climas predominantes en los municipios que conforman el PRODETER 24 Papaloapan son del tipo cálido subhúmedo (Aw), predominando Aw<sub>1</sub> (humedad intermedia) y Aw<sub>2</sub> (humedad alta) (García, 2004). Los suelos dominantes son los Vertisoles pélicos, que se presentan en alrededor del 90% del municipio de Tierra

Blanca, el 70% del municipio de Tlaxcoyan y el 40% de los municipios de Tres Valles y Cosamaloapan de Carpio. Los Feozem háplicos le siguen en orden de importancia, ocupando alrededor del 50% de la superficie del municipio de Tres Valles, 35% del de Cosamaloapan de Carpio y 10% del de Tierra Blanca.

En este territorio se inscribieron seis cadenas productivas: arroz de riego, caña de azúcar, maíz, limón persa, ganado y coco, para ser beneficiadas con proyectos de inversión. En este trabajo se presentan los resultados más relevantes del diagnóstico técnico-productivo de la cadena arroz de riego.

### **Materiales y métodos**

Se seleccionaron al azar 20 productores de la cadena arroz de riego (20% del total), que pertenecen a siete localidades: El Cocuite, El Recreo, El Triunfo, La Tranca, Mata de Caña, Mata de Lázaro, Palotal, Paso de la Boca y Piedras Negras, todas correspondientes al municipio de Tlaxcoyan. Con apoyo de extensionistas, en enero de 2020, se les aplicó una encuesta de 96 reactivos, cubriendo los siguientes aspectos: I. Datos generales del productor, II. Información de la Unidad de Producción Familiar, III. Información de servicios de apoyo para el cultivo de arroz, IV. Condiciones climáticas y edáficas para el cultivo de arroz de riego, V. Tecnología de producción del arroz de riego, VI. Problemas limitantes por etapa fenológica, VII. Limitantes técnicas y/o infraestructura VIII. Problemas en el área de comercialización, IX. Problemática de la región, X. Disponibilidad de infraestructura y equipo, y XI. Necesidades de capacitación. La información obtenida de las encuestas se concentró en bases de datos de Excel, para facilitar su análisis y la elaboración de cuadros y gráficas.

## Resultados y discusión

La gran mayoría de los productores de arroz de riego son hombres, siendo el 95% mayores de 40 años. Los jóvenes no están interesados en involucrarse en la siembra de este cultivo, prefiriendo ocuparse en otras actividades productivas. El nivel general de escolaridad de los productores puede considerarse bajo, ya que solamente el 35% terminaron la preparatoria o tienen estudios de licenciatura. Esto significa que muchos productores podrían tener problemas para entender totalmente algunas tecnologías, así como para realizar los cálculos necesarios para realizar algunas prácticas, como la calibración de aspersoras o sembradoras. Para complementar sus ingresos, además del cultivo de arroz de riego, todos los productores se dedican a otras actividades agropecuarias: 80% también siembran maíz, 25% caña de azúcar, 25% cría ganado y 5% produce hortalizas o frijol.

El porcentaje del ingreso económico total de los productores relacionado al cultivo de arroz de riego, es muy variable, pues para el 40% de éstos, representa entre el 41 y 60%, mientras que para el 20%, corresponde a entre 0 y 20%, 21 a 40% o 61 a 80%. El 70% de los productores se ha dedicado al cultivo de arroz por al menos 16 años, entre los cuales, un 15% ha cultivado este cereal por más de 45 años. Solamente un 5% tiene cinco años o menos, que incursionaron en este cultivo. Estos datos indican que, la mayoría son productores muy experimentados en el manejo del cultivo. El 25% de los productores siembra entre 1 y 5 ha con arroz de riego, mientras que el porcentaje de aquellos que siembran entre 6 y 10 ha es de 45%. Otro 25% siembra entre 11 y 20 ha, y solamente un 5% dedica más de 20 ha a este cultivo.

En los últimos cinco años, solamente el 20% de los productores había recibido algún tipo de asesoría técnica, principalmente en los aspectos de establecimiento y manejo del cultivo, insumos utilizados para el control de plagas y enfermedades, crédito y transformación postcosecha. Las asesorías fueron proporcionadas principalmente por distribuidoras de agroquímicos, programas de gobierno y particulares.

Los principales problemas técnicos encontrados en la cadena agroalimentaria arroz de riego fueron los siguientes:

1. Solamente se siembra la variedad Milagro Filipino, originalmente liberada por el IRRI en Filipinas como IR8 (Hettel, 2016), de porte bajo y grano corto y grueso, la cual es susceptible a la “quema del arroz” o piricularia, principal enfermedad de este cultivo (Becerra y Tosquy, 2001); además, tiene calidad molinera y culinaria baja y su rendimiento disminuye significativamente cuando hay escasez de humedad en el suelo durante el periodo reproductivo. En la actualidad, esta variedad se ha erosionado genéticamente y se ha mezclado con otros materiales y con arroz rojo (Esqueda, 2003).
2. Durante el mes de febrero, al inicio de su desarrollo, el cultivo puede experimentar periodos de temperaturas bajas, lo cual se refleja en un alargamiento del ciclo y reducción en la producción, mientras que, a partir de abril, hay periodos con temperaturas relativamente altas, que pueden resecar el terreno, ocasionando marchitez de las plantas, e incrementando la infestación de plagas y la infección de enfermedades, así como el porcentaje de avanamiento del grano (López-Hernández *et al.*, 2018).
3. Generalmente, los productores no acostumbran realizar análisis del suelo para conocer sus propiedades físico-químicas, por lo que las dosis de fertilizantes y el número de aplicaciones son muy variables y la mayoría de las veces sin bases técnicas; por esta razón, se puede estar aplicando mayores o menores cantidades de las necesarias, con lo cual, en el primer caso se tiene un mayor costo de producción y en el segundo no se aprovecha totalmente el potencial productivo del cultivo (Dobermann y Fairhurst, 2005).
4. No hay una distribución uniforme del agua de riego, sobre todo en la época en que los niveles del río Blanco están bajos. Esto ocasiona que los terrenos más alejados de las compuertas tengan problemas para recibir suficiente volumen de agua para regar, lo que puede favorecer la emergencia de malezas y afectar el desarrollo del cultivo.
5. El 50% de los productores consideran al zacate de agua [*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.], como la maleza más importante, el 25%, al zacate cola de zorra [*Leptochloa*

*mucronata* (Michx.) Kunth] y el 25%, al arroz rojo o arrocillo (*Oryza sativa* L.). Para el control de malezas, la mayoría de los productores utiliza la mezcla de los herbicidas propanil + 2,4-D, productos que tienen al menos 60 años en el mercado, por lo que su uso constante ha favorecido la aparición de biotipos de malezas resistentes al propanil (Esqueda y Tosquy, 2013). Por lo anterior, alrededor de 40% de los productores manifestaron tener problemas para el control del zacate de agua, el zacate cola de zorra y la tripa de pollo (*Commelina diffusa* Burm. f.), La estrategia para tratar de controlar estas especies es la de aumentar las dosis de propanil, llegando a aplicar hasta 24 L de producto comercial por hectárea, cuando las dosis normales varían de 6 a 8 L/ha. Esta práctica encarece fuertemente los costos de producción y representa un fuerte riesgo de contaminación de los suelos y los mantos freáticos (Kanawi *et al.*, 2016).

6. Para el 38.5% de los productores, la chinche café (*Oebalus insularis* Stal) del orden Heteroptera, es la principal plaga del cultivo, mientras que, para un porcentaje similar, la principal plaga es el ácaro del vaneo (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) del orden Acariforme. El barrenador o “novia del arroz” (*Rupela albinella* Cramer) del orden Lepidoptera fue considerado como la plaga más importante por el 15.3% de los productores, y el 7.7% indicaron en este sentido a la sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir) del orden Homoptera (Hernández *et al.*, 2013; Castrejón y Hernández, 2016). Dependiendo de la severidad de las infestaciones, para controlar las plagas se requieren entre dos y cuatro aplicaciones de insecticidas durante el ciclo. El 10% de los productores manifestó tener dificultades para controlar el ácaro del vaneo, el 5% a la sogata y el 5% a la chinche café lo cual indica que, en general no se tienen problemas de desarrollo de biotipos con resistencia a insecticidas.

7. El 65% de los productores tienen problemas de infección de la piricularia o “quema del arroz”, ocasionada por el hongo *Magnaporthe oryzae* B. C. Couch (*Rasool et al.*, 2016). Esta enfermedad puede atacar al cultivo desde el estado vegetativo, pero sus mayores daños se presentan en las etapas de floración y llenado del grano, como pudriciones en el cuello de la panícula. Por lo general, para su control los productores aplican fungicidas en forma preventiva mezclados con los insecticidas.

8. Aun conociendo que el agua de los canales de riego está contaminada con residuos de las industrias cercanas a las márgenes del río Blanco (INE, s.f.), así como de diversos tipos de plaguicidas, y que afecta su efectividad, por facilidad y costo, el 85% de los productores utiliza esta agua para la aplicación de herbicidas, insecticidas o fungicidas. El 10% utiliza tanto agua de los canales de riego, como de pozos profundos y solamente un 5%, utiliza exclusivamente agua de pozos profundos.

En el Cuadro 1, se enlistan los principales problemas por etapa fenológica indicados por los productores de arroz de riego del PRODETER 24 Papaloapan.

Cuadro 1. Problemas del cultivo de arroz por etapa fenológica.

Siembra	Desarrollo vegetativo	Floración	Formación de grano	Madurez fisiológica	Cosecha
Escasez de sembradoras (15%)	Ataque de plagas (30%)	Ataque de piricularia (10%)	Ataque de plagas (30%)	Lluvias fuertes (10%)	Escasez de cosechadoras (30%)
Falta de recursos económicos (10%)	Ataque de piricularia (10%)	Escasez de agua (5%)	Escasez de agua (15%)	Escasez de agua (5%)	Falta de recursos económicos (10%)
Escasez de agua (5%)	Infestación de malezas (10%)	Ataque de plagas (5%)	Vaneo del grano por temperaturas altas (10%)	-	-
Problemas con aves que consumen la semilla (5%)	Falta de recursos económicos (10%)	-	Ataque de piricularia (5%)	-	-
Semilla recibida con retraso (5%)	-	-	-	-	-
No tienen problema (60%)	No tienen problema (40%)	No tienen problema (80%)	No tienen problema (40%)	No tienen problema (85%)	No tienen problema (60%)

El número entre paréntesis corresponde al porcentaje del total de productores que indicaron tener ese problema.

De acuerdo a la información, las etapas de siembra, desarrollo vegetativo y de formación de grano son en las que se tienen mayores problemas en este cultivo, mientras que, las etapas de madurez fisiológica y cosecha, son donde menos problemas se presentan.

## **Conclusiones**

1. En el PRODETER 24 Papaloapan la superficie sembrada con arroz de riego ha ido disminuyendo paulatinamente debido diferentes causas que afectan la productividad de este cultivo. 2. Es preocupante la poca asesoría técnica y capacitación que reciben los productores, lo que se refleja en un manejo tradicional del cultivo, y ausencia de innovaciones que pudieran incrementar la productividad. 3. No se acostumbra a hacer análisis de suelos, por lo que los cultivos se fertilizan basados en fórmulas que se han utilizado por muchos años, pero que no siempre son las más adecuadas. 4. El hecho de que la siembra de arroz se realice con sólo una variedad, ocasiona una situación de riesgo, ya que, de presentarse plagas o enfermedades de difícil control, podrían tener un efecto devastador. 5. Se depende exclusivamente de los herbicidas para el control de malezas, pero no existe el conocimiento del modo de acción de los mismos, por lo que no se toman las precauciones de realizar rotaciones para reducir el riesgo de la aparición de biotipos de maleza resistentes.

## **Literatura citada**

ASERCA (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios). 1994. La producción de arroz en México. Claridades Agropecuarias Revista 05. 9 p.

Becerra, E. y Tosquy, O. 2001. Efectividad biológica del azoxystrobin para el control de *Pyricularia oryzae* Cav. y *Cercospora oryzae* Miyake. en arroz de temporal en Veracruz, México. Agronomía Mesoamericana 12(1):105-109.

Castrejón G., V. R. y Hernández A., M. 2016. Plagas de invertebrados y vertebrados. p. 332-362. In: Hernández-Aragón, L. y Tavitas-Fuentes, L. (eds.). El arroz en México. Libro Técnico No. 14. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Mor., México.



- Díaz P., G., Uresti D., D., Pinzón G., J. M. y Guajardo P., R. A. 2016. Potencial productivo. p. 170-181. *In: Hernández-Aragón, L. y Tavitas-Fuentes, L. (eds.). El Arroz en México. Libro Técnico No. 14. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Mor., México.*
- Dobermann, A. y Fairhurst, T. 2005. Manejo del nitrógeno en arroz. *Informaciones Agronómicas* 58:1-6.
- Esqueda E., V. A. 2003. Morfología y crecimiento de cuatro biotipos de arroz rojo y de la variedad Milagro Filipino. *Agricultura Técnica en México* 29(1):35-47.
- Esqueda E., V. A. y Tosquy V., O. H. 2013. Control químico de *Echinochloa colona* (L.) Link resistente al propanil y *Cyperus iria* L. en arroz (*Oryza sativa* L.) de temporal en Tres Valles, Veracruz. *Universidad y Ciencia* 29(2):113-121.
- García, E. 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana)*. 5ª ed. Serie Libros Núm. 6. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F. 90 p.
- Hernández A., L., Tavitas F., L., Alberto C., P., Jiménez C., J. A. y López L., R. 2016. Tecnologías y sistemas de producción. p. 182-245. *In: Hernández-Aragón, L. y Tavitas-Fuentes, L. (eds.). El Arroz en México. Libro Técnico No. 14. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Mor., México.*
- Hernández A., M., Barrios G., E. J., Hernández A., L. y Berriozábal O., A. 2013. Plagas y enfermedades del arroz cultivado en Morelos. Folleto Técnico No. 70. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Zacatepec. Zacatepec, Mor., México. 40 p.
- Hettel, G. 2016. IR8 – a rice variety for the ages. *Rice Today. Special supplement focusing on IR8*. p. 4-5.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). s/f. Evaluación y control de sustancias tóxicas en aguas superficiales de la cuenca del río Blanco. Libros INE. AE 009272. México, D. F. 373 p.
- Kanawi, E., Van Scoy, A. R. Budd. R. and Tjeerdema, R. S. 2016 Environmental fate and ecotoxicology of propanil: a review. *Toxicological & Environmental Chemistry* 98(7):689-704.

López-Hernández, M. B., López-Castañeda, C., Kohashi-Shibata, J., Miranda-Colín, S., Barrios-Gómez, E. J. y Martínez-Rueda, C. G. 2018. Tolerancia a sequía y calor en arroz (*Oryza sativa*). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5(15):373-385.

*Rasool, F., Ahmed, M., Shah, M. and Sahni, S. 2016. Survey and status of rice blast caused by Magnaporthe oryzae B.C. Couch in commercial rice growing areas of Kashmir. Vegetos 29:3 doi: 10.5958/2229-4473.2016.*

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do) [Consultado el 15 de julio de 2020].

## MATERIA ORGÁNICA EN UN CAMBISOL VÉRTICO CULTIVADO CON MILPA EN LADERAS DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ

Zetina Lezama Rigoberto<sup>1\*</sup>, Uribe Gómez Sergio<sup>1</sup>, Hernández Estrada Carmen Aridai<sup>1</sup>, Capetillo Burela Ángel<sup>1</sup>, Zambada Martínez Andrés<sup>1</sup> y Francisco Nicolás Néstor<sup>1†</sup>  
<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. [zetina.rigoberto@inifap.gob.mx](mailto:zetina.rigoberto@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

En áreas de laderas de regiones tropicales, la erosión y quema de residuos orgánicos coadyuvan a reducir la materia orgánica del suelo (MOS) en la capa arable. Para contribuir al conocimiento del rol de la MOS en áreas de laderas sometidas al sistema de Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF) en clima AWo, se propuso evaluar esta propiedad en un cambisol vértico sometido a cinco sistemas de manejo para la producción del patrón de cultivo maíz sucesión maíz. En 2003 y 2011 se establecieron en San Andrés Tuxtla, Ver., cinco lotes con un diseño sistemático, sin repeticiones: tres versiones del MIAF, y dos Sistemas Tradicionales (ST): (a) Rastreo, quema de residuos de cosecha y fertilización química y (b) Sin fertilización química. El contenido de Materia Orgánica del suelo se midió en muestras colectadas a tres profundidades (0 a 5, 5 a 15 y 15 a 30 cm), en tres secciones de cada terraza ubicadas en la parte alta, media y baja de la ladera. En laboratorio, la MOS se cuantificó con el método AS-07 de Walkley y Black. Se encontró un proceso incipiente de pérdida de MOS en el Sistema tradicional y de acumulación en la sección receptora de los sistemas MIAF con filtro de escurrimientos. El filtro de escurrimientos permitió acumular en el estrato de 0 a 15 cm de la sección receptora de las terrazas, cantidades importantes de MOS, las cuales superaron en algunos casos por más de 100% al sistema Tradicional.

**Palabras clave:** MIAF, maíz, erosión hídrica, filtro de escurrimientos, chicozapote.

## Introducción

La materia orgánica del suelo (MOS) es un indicador confiable de la fertilidad y la capacidad productiva de los suelos agrícolas. En México, 61% del área cultivada con especies anuales tiene pendientes mayores a 4%, por lo que está expuesta a un fuerte proceso erosivo (Turrent, 1986), especialmente en los trópicos, donde las lluvias ejercen una mayor presión erosiva, sobre una superficie casi siempre desprotegida por la quema y la labranza intensiva del suelo. Según Anaya (1989), 80% del territorio nacional muestra algún grado de erosión y 42% de los suelos han perdido del 25% al 75% de su capa superficial. En la zona de Los Tuxtlas, Ver., México, las áreas de ladera pierden por erosión cerca de 146 t de suelo  $\text{ha}^{-1}$   $\text{año}^{-1}$  (Francisco-Nicolás *et al.*, 2006); dado que este proceso propicia la fuga de coloides y nutrientes, la fertilidad del suelo y los rendimientos disminuyen, y los costos de producción se incrementan. Para reducir la erosión en laderas, mejorar la fertilidad del suelo, aumentar las tasas de infiltración y retención del agua de lluvia, entre otras ventajas, el Colegio de Postgraduados y el INIFAP desarrollaron la tecnología Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF), a partir de los conocimientos adquiridos con las terrazas de muro vivo (TMV). El MIAF incluye al maíz y una leguminosa de porte bajo, ambas en surcos intercalados, en micro-rotación anual, establecidos entre hileras de frutales (Cortés *et al.*, 2004). Para controlar la erosión, aguas arriba de los troncos de los árboles, se coloca un filtro de escurrimientos con base en rastrojo de los cultivos y productos de la poda de los frutales. En el mediano plazo, el MIAF reduce las pérdidas de suelo a menos de 2 t  $\text{ha}^{-1}$   $\text{año}^{-1}$  e incrementa la eficiencia relativa de la tierra de 0.33 a 0.47, incluso en años con poca lluvia (Torres *et al.*, 2006).

En 2003, el INIFAP estableció en San Andrés Tuxtla, Ver., un módulo experimental con el sistema MIAF. Después de 15 años de manejo, el estudio de las propiedades químicas y físicas de la capa arable de los tratamientos incluidos en este experimento ofrece la oportunidad de conocer, en el mediano plazo, el estatus de la MOS, lo que resulta una herramienta valiosa para explicar el comportamiento productivo actual de las especies cultivadas y, a futuro, la problemática y sus alternativas de solución. Aunque se estudiaron otras propiedades del suelo, el objetivo de este trabajo fue analizar el

comportamiento de la MOS, en el mediano plazo, en diferentes posiciones de una la ladera y secciones de las terrazas, en respuesta a cinco sistemas de manejo de cultivo.

## **Materiales y métodos**

El estudio se realizó en un módulo experimental establecido en áreas de laderas de la región de Los Tuxtlas, Ver., ubicado en Axochio, municipio de San Andrés Tuxtla, Veracruz, a una altitud de 60 m y a 18°20'0.5" de latitud norte y 95°17'57.7" de longitud oeste. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw2), con un promedio anual de precipitación de 2,000 mm, geomorfología de lomeríos con pendiente menor a 20% y cambisoles con propiedades vérticas.

En primavera-verano (P-V) de 2003 se establecieron los siguientes sistemas de producción: 1. Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF) con el frutal de chicozapote, filtro de escurrimientos y labranza mecánica (MIAF-Ch-CF-LTM), 2. Terrazas de Muro Vivo (TMV), 3. Labranza de conservación (LC), 4. Labranza tradicional con fertilización (LTF) y 5. Labranza tradicional sin fertilización (LTS). Todos con el patrón de cultivo maíz, sucesión maíz. En P-V de 2011, los Sistemas 2 y 3 cambiaron a los sistemas MIAF de carambolo (*Averrhoa carambola* L.) con filtro de escurrimientos y labranza de tracción animal (MIAF-C-CF-LTA) y MIAF de carambolo sin filtro de escurrimientos y labranza de conservación (MIAF-C-SF-LC). Todos los sistemas, excepto MIAF-C-SF-LC se roturaron una vez al año mediante un rastreo realizado al inicio del temporal. En el sistema con LC, la maleza se eliminó con glifosato, 2,4-D amina y paraquat en las dosis de etiqueta. En los sistemas con filtro, el rastreo del maíz y los residuos de la poda de los frutales se colocaron aguas arriba de la línea de los árboles. Los sistemas de manejo fueron establecidos en un diseño sistemático, sin repeticiones.

El sistema MIAF consiste en tres franjas contiguas de 4.8 m de ancho; en cada franja lateral se sembró el patrón de cultivo maíz sucesión maíz, en seis surcos separados a 0.8 m. En la franja central se sembraron árboles frutales a 1 m de distancia y 14.4 m entre hileras de árboles (694 árboles ha<sup>-1</sup>). El primer surco de maíz quedó a 2.8 m del tronco

de los árboles en ambos lados de la franja. Los frutales fueron acotados a una franja de 4.8 m, mediante el sistema de conducción y poda tipo Tatura modificado, permitiéndole una altura máxima de 3 m (Cortés *et al.*, 2004). En el MIAF-Ch-CF-LTM se tienen tres hileras al contorno, con 216 árboles de chicozapote en una superficie de 3,110 m<sup>2</sup>. Los sistemas MIAF-C-SF-LTA y MIAF-C-SF-LC ocupan un área de 1,440 m<sup>2</sup>, con cuatro hileras al contorno de árboles de carambolo. En conjunto, los sistemas LTM-QR-CF y LTM-QR-SF ocupan un área de 1,440 m<sup>2</sup>. El manejo de los cultivos de maíz y frutales se realizó según las recomendaciones del INIFAP.

El suelo se muestreó en septiembre de 2015. En cada sistema se seleccionaron nueve secciones ubicadas en la parte donante, media y receptora de las terrazas situadas en la parte alta, media y baja de la ladera. En cada sección, con una barrena de acero inoxidable se tomaron muestras compuestas (15 submuestras) en los estratos de 0 a 5, 5 a 15 y de 15 a 30 cm. En las secciones donante y media, la muestra se tomó en los surcos 1 - 2 y 4 - 5 del maíz; en la sección receptora el muestreo se realizó debajo del filtro de escurrimientos, 20 cm aguas arriba de la línea de frutales. El contenido de MOS se midió según la metodología AS-07 de Walkley y Black (NOM-021-RECNAT-2000) (DOF, 2002). Los resultados se ordenaron por tratamientos, profundidad de muestreo, sección de la terraza y posición de la terraza en la ladera para obtener los valores medios, rango y la desviación estándar.

## **Resultados y discusión**

### **Diferencias entre sistemas de manejo**

El contenido promedio de la MOS entre sistemas de manejo varió de 1.21 a 2.95% en el ST Fertilizado (LT+QR-CF) y MIAF-Ch-CF-LTM, respectivamente (Figura 1A). El valor promedio de los sistemas MIAF (2.55%) superó en 102% a la media (1.26%) de los ST; dichos valores se clasifican como medio y bajo, respectivamente, según la NOM-021-SEMARNAT-2002 (DOF, 2002). El menor contenido de MOS en los ST refleja una franca disminución de la MO en la capa arable debido a la erosión y la quema de la biomasa, mientras que el MIAF conserva y se reabastece de MO; después de 12 años de manejo,

las diferencias significan incrementos de 143.8% y una divergencia en contenidos de MOS de 1.74%. La diferencia entre el ST Fertilizado (1.21%) y el ST sin Fertilización (1.31%) fue sólo 0.1%, lo que indica que la fertilización no ha promovido la acumulación de MOS, aunque debe considerarse que la práctica de la quema afecta de igual manera a los dos sistemas. La diferencia máxima en el contenido de MOS entre los MIAF fue de 0.71% (Figura 1A), lo que podría deberse al mayor tiempo de desarrollo del sistema MIAF-Ch-CF-LTM (13 años), comparado con los seis años que corresponden al sistema MIAF-C-CF-LTA, donde la acumulación de la MOS es aún incipiente.

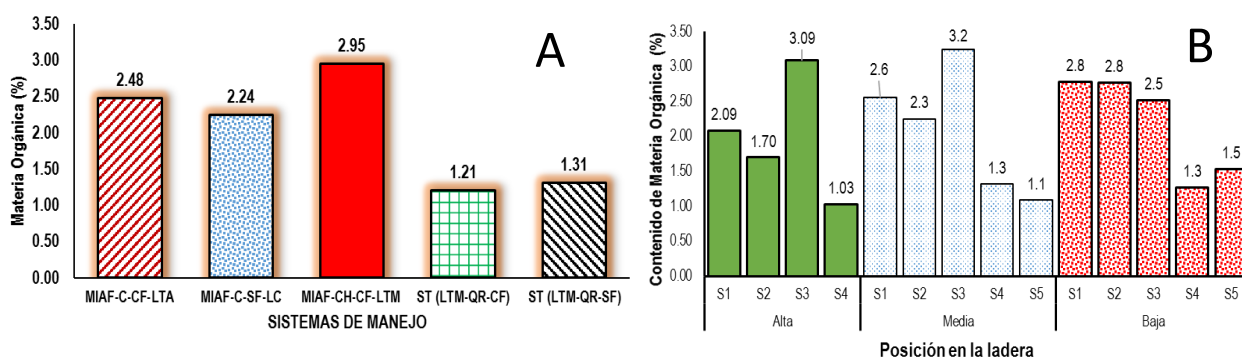


Figura 1. Contenido de materia orgánica del suelo (0-30 cm), en cinco sistemas de manejo de un cambisol vértico (A) y en tres posiciones de una ladera ubicada en la región de Los Tuxtlas, Ver. **S1** = MIAF-C-CF-LTA, **S2** = MIAF-C-SF-LC, **S3** = MIAF-Ch-CF-LTM, **S4** = ST (LTM-QR-CF), **S5** = ST (LTM-QR-SF). Abreviaturas: MIAF = Milpa intercalada en árboles frutales, C = Carambolo, CF = Con filtro, SF = Sin filtro, LC = Labranza de conservación (no labranza), LTA = Labranza de tracción animal, LTM = Labranza de tracción mecánica (un rastreo), Ch = Chicozapote, ST = Sistema tradicional, C/SF = Con/Sin fertilización.

### Posición en la ladera

La media general fue de 2.1% ( $\pm 0.1$ ); el valor promedio de MOS más bajo (1.97%) se registró en la parte alta de la ladera y el más alto (2.18%) en la parte baja. La mayor variabilidad (2.1%) ocurrió en la parte media de la terraza, mientras que, en la parte baja, la variación fue de sólo 1.5% (Figura 1B). En las tres posiciones de la terraza, el contenido de MOS fue mayor en los sistemas con MIAF en referencia a los ST (Figura

1B). En los casos más extremos, el MIAF-Ch-CF-LTM (3.2%) superó en 190.9% al ST sin Fertilización (1.1%). En la parte media y alta de la ladera el MIAF-Ch-CF-LTM presentó un mayor contenido de MOS que los otros dos sistemas MIAF, mientras que, en la parte baja, los tres sistemas presentaron valores similares de MOS; lo anterior sugiere una mayor eficiencia de los filtros de escurrimientos ubicados en la parte alta y media de la terraza en la retención de la fracción coloidal del suelo, misma que no existe en el MIAF-C-SF-LC, o que aún no se ha desarrollado plenamente en el MIAF-C-CF-LTA. En condiciones tropicales, la labranza favorece una rápida oxidación de la MOS (Lal, 1989) al incrementar la aireación del suelo (Balesdent *et al.*, 1998) y romper los macroagregados (Espinoza, 2010); este proceso impide su rápida acumulación en la superficie del suelo. En el ST donde se queman los residuos orgánicos y no se protege el suelo contra la erosión, la labranza es un factor detonante de grandes fugas de coloides y nutrientes; esto explica los menores contenidos de MOS en los ST. Aunque en el MIAF se usa labranza, el filtro de escurrimientos reduce la erosión, la pérdida de MOS y nutrimentos a niveles permisibles (Francisco-Nicolás *et al.*, 2006).

### **Por estratos**

De acuerdo con el Cuadro 1, en el MIAF, la MOS decreció con la profundidad de muestreo (2.97 a 2.1%), a diferencia del ST, donde los tres estratos mostraron contenidos similares (1.3 a 1.07%). El valor medio de MOS en el estrato 0 a 5 cm de los sistemas MIAF, fue de 2.97% (medio), con valores mínimos de 2.73% (medio) y máximos de 3.21% (medio) en MIAF-Ch-CF-LTM y MIAF-C-SF-LC, respectivamente. La diferencia registrada entre ambos sistemas (0.48%), aunque ligera, puede atribuirse a que en los sistemas con labranza, la MO fue incorporada en el suelo facilitando su rápida oxidación (Lal, 1989) (Cuadro 1). En el estrato de 5 a 15 cm, el contenido de MOS fue un poco menor que el observado en el estrato superficial (2.97 vs 2.59). En el estrato de 15 a 30 cm, el valor promedio fue de 2.1% con una variación de 1.68 a 2.83% en los sistemas MIAF-Ch-CF-LTM y MIAF-C-CF-LTA, respectivamente.



Cuadro 1. Valores promedio de materia orgánica a tres niveles de profundidad en un cambisol vértico sometido a cinco sistemas de manejo para la producción del patrón de cultivo maíz sucesión maíz en Axochio, mpio. de San Andrés Tuxtla, Ver.

Profundidad de muestreo (cm)	<---Sistemas de Producción/Materia orgánica (%) --->						Promedio (%)	
	<b>MIAF-C- CF-LTA</b>	<b>MIAF- C-SF- LC</b>	<b>MIAF-Ch- CF-LTM</b>	<b>STCF- LTM- QRC</b>	<b>STSF- LTM- QRC</b>	<b>MIAF</b>	<b>ST</b>	
0 a 5	2.99	3.21	2.73	1.38	1.22	2.97	1.3	
D. Estándar	1.36	1.22	0.54	0.26	0.46			
5 a 15	3.04	2.43	2.31	1.25	1.58	2.59	1.41	
D. Estándar	1.7	0.51	0.53	0.11	0.09			
15 a 30	2.83	1.80	1.68	0.99	1.15	0.70	1.07	
D. Estándar	1.58	0.64	0.50	0.13	07			

MIAF = Milpa intercalada en árboles frutales, C = Carambolo, Ch = Chicozapote, CF = Con filtro, SF = Sin Filtro, LTM = Labranza de tracción mecánica (un rastreo), LTA = Labranza de tracción animal, QRC = Quema de residuos de cosecha, CF = Con fertilización, SF = Sin fertilización.

### Entre secciones de la terraza

La sección donadora de la terraza fue la más pobre en el contenido de MOS, mientras que la receptora fue la más rica en las tres posiciones de la terraza (Figura 2A). Este comportamiento fue más notable en los sistemas con filtro (MIAF-Ch-CF-LTM y MIAF-C-CF-LTA), mientras que, los que no incluyeron filtro, sólo presentaron una ligera acumulación de MO en la parte baja de la ladera (Figura 2A y 2B). De acuerdo a la Figura 2A, la diferencia más fuerte (1.97 vs 4.2%) se observó en la parte alta de la ladera de MIAF-Ch-CF-LTM (12 años de desarrollo), mientras que, en el MIAF-C-SF-LC, las variaciones entre secciones de la terraza fueron bajas (2.2 a 2.4%). El ST con y sin fertilización, mostró valores más bajos (1.3 y 1.5%, respectivamente) en todas las posiciones de la ladera (Figura 2B).

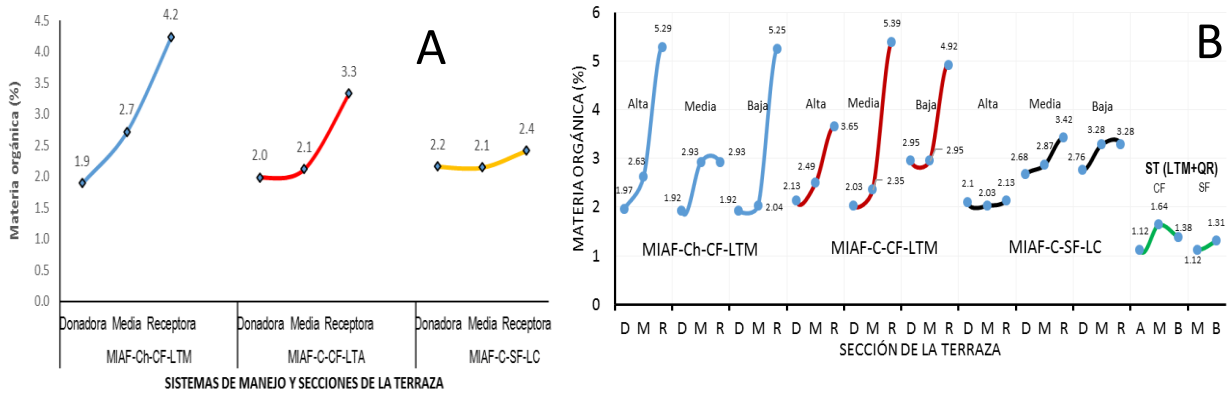


Figura 2. Contenido promedio de materia orgánica (0-30 cm), por secciones de la terraza (A) y posiciones de una ladera (B) en un cambisol vértico sometido a cinco sistemas de manejo en Los Tuxtlas, Ver. **S1** = MIAF-C-CF-LTA, **S2** = MIAF-C-SF-LC, **S3** = MIAF-Ch-CF-LTM, **S4** = ST (LTM-QR-CF), **S5** = ST (LTM-QR-SF). Abreviaturas: MIAF = Milpa intercalada en árboles frutales, C = Carambolo, CF = Con filtro, SF = Sin Filtro, LC = Labranza de conservación (no labranza), LTA = Labranza de tracción animal, LTM = Labranza de tracción mecánica (un rastreo), Ch = Chicozapote, ST = Sistema Tradicional, C/SF = Con/Sin Fertilización, D = Donadora, M = media, R = receptora.

La ubicación de la sección donadora tiene un rol importante en sus propiedades químicas, porque al estar localizada en la parte más alta de la terraza, está más expuesta a una mayor tasa de erosión; la labranza coadyuva en este proceso. Entre receptoras de MIAF-Ch-CF-LTM y MIAF-C-SF-LC hubo una diferencia de 1.8% a favor del sistema con filtro de escurrimientos; esto confirma su importancia, pues a medida que pasa el tiempo, propicia la acumulación de MO en la sección receptora de la terraza. El menor contenido de MO en los dos ST debe atribuirse a la práctica de la quema, que destruye hasta el 95% de la cobertura vegetal (Hernández-Hernández y López-Hernández, 2002) y la erosión del suelo, que en esta región remueve hasta 146.24 t de suelo ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Francisco-Nicolás *et al.*, 2006). La mayor acumulación de MO en MIAF-Ch-CF-LTM se explica por el mayor tiempo (13 años) de permanencia del sistema en campo, y por el efecto del filtro sobre el escurrimiento superficial, que remueve el suelo de la sección donadora y la sección media a la sección receptora; un comportamiento similar, aunque menos pronunciado se observó en MIAF-C-CF-LTA, que también tiene un filtro de

escurrimientos. En el MIAF-C-SF-LC no hay acumulación de MO en la línea de frutales, pues al carecer de un filtro de escurrimientos el agua de lluvia se mueve libremente en la ladera, provocando pérdidas importantes de suelo, nutrientes y MO.

## **Conclusiones**

1. El valor promedio de MOS en los sistemas MIAF superó 102% al de los ST. 2. La parte alta de la ladera registró los contenidos más bajos de MOS, mientras que, en la parte baja fueron más altos. 3. La mayor variabilidad de MOS se presentó en la posición media de la terraza y la menor variación en la parte baja. En las tres posiciones de la ladera, el porcentaje de MOS fue mayor en los sistemas MIAF que en los ST. En el caso más extremo el MIAF-CH-CF-LTM superó en 190.9% al ST sin Fertilización. En la posición media y alta de la ladera en MIAF-CH-CF-LTM presentó un mayor contenido de MOS que los otros dos sistemas MIAF; sin embargo, en la parte baja de la ladera los tres sistemas presentaron contenidos similares. 4. En el estrato de 0 a 5 cm, el sistema MIAF-C-SF-LC registró un contenido de MOS ligeramente más alto que los otros dos sistemas MIAF, hecho atribuido a que la labranza facilitó la rápida oxidación de la MOS.

## **Literatura citada**

Anaya G., M. 1989. Global assessment of soil degradation in México. GLASOD Project. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 106 p.

Balesdent, J., Besnard, E., Arrouays, D. and Chenu, C. 1998. The dynamics of carbon in particle-size fractions of soil in a forestcultivation sequence. *Plant Soil* 201:49-57.

Cortés F., J. I., Mendoza R., R., Hernández R., E., Aceves R., E., Turrent F., A. y Estrella C., N. 2004. El Sistema Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF) en Terrenos Planos. Manual para Técnicos. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. San Pedro Cholula, Pue., México. 79 p.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT 2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelo, estudio, muestreo y análisis. 85 p.

<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/DO2280n.pdf>

[Consultado: el 11 de julio de 2019].

Espinoza, Y. 2010. Efecto de la labranza sobre la materia orgánica y tamaño de agregados en un suelo cultivado con maíz en condiciones tropicales. *Bioagro* 22(3): 177-184.

Francisco-Nicolás, N., Turrent-Fernández, A., Oropeza-Mota, J. L., Martínez-Menes, M. R. y Cortés-Flores, J. I. 2006. Pérdida de suelo y relación erosión-productividad en cuatro sistemas de manejo del suelo. *Terra Latinoamericana* 24(2):253-260.

Hernández-Hernández, R. M. y López-Hernández, D. 2002. El tipo de labranza como un agente modificador de la materia orgánica: un modelo para suelos de sabana de los llanos centrales venezolanos. *Interciencia* 27(10):529-536.

Lal, R. 1989. Conservation tillage for sustainable agricultura: Tropics vs temperate environments. *Advances in Agronomy* 42:85-197.

Torres D., Rodríguez, N., Yendis, H., Florentino, A. y Zamora, F. 2006. Cambios en algunas propiedades químicas del suelo según el uso de la tierra en el sector El Cebollal, estado Falcón, Venezuela. *Bioagro* 18(2):123-128.

Turrent F., A. 1986. Estimación del potencial productivo actual de maíz y frijol en la República Mexicana. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de Méx., México. 165 p.

## MEJORAMIENTO DEL SUELO CON BIOMASA DE PASTO TAIWÁN (*Pennisetum purpureum* Schumach.) EN LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Capetillo Burela Ángel<sup>1\*</sup>, Zetina Lezama Rigoberto<sup>1</sup>, Jiménez Ortega Eusebio<sup>2</sup>, Reynolds Chávez Marco Antonio<sup>1</sup>, López Collado Catalino Jorge<sup>2</sup> y Matilde Hernández Cristian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. [capetillo.angel@inifap.gob.mx](mailto:capetillo.angel@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz

### RESUMEN

El pasto Taiwán tiene un gran potencial para la producción de fibra, bioetanol, pellets y abono verde para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos tropicales. Con el objetivo de contribuir en la mejora de las propiedades de los suelos sembrados con pasto Taiwán como monocultivo, de noviembre de 2015 a diciembre de 2017, al término de cada ciclo de seis meses (madurez del cultivo y cosecha), se evaluó el efecto que tiene en el suelo, la incorporación de residuos de hojas y cogollo generados durante la cosecha en campo de tallos fibrosos. Los estudios se realizaron en una superficie de 1,000 hectáreas (500 ha de riego y 500 ha de temporal) en Piedras Negras, mpio. de Tlaxiaco, Veracruz. Al término de la evaluación, en las áreas donde fue incorporado el residuo, se encontró que la compactación del suelo disminuyó un 20%, la vida útil de cepas y rebrotes se incrementó 30%, y la humedad del suelo en 20% y 40% en terrenos de temporal y riego, respectivamente. Además, se tuvo un incremento de 5% de la materia orgánica, un control de malezas de 95%, una reducción de 50% de acame en las siembras de riego, así como un incremento de 10% de la fauna del suelo. Se concluye que es importante incorporar los residuos generados por las cosechadoras en terrenos de riego y temporal (10 a 20 t/ha/ciclo), debido que con ello se mejoran constantemente las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, en comparación cuando se quema o se utilizan para la elaboración de pacas.

**Palabras clave:** Cepa, fauna del suelo, porosidad, erosión, acame.

### Introducción

El pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum* Schumach.), es una gramínea originaria del trópico húmedo de África (Singh *et al.*, 2013), que se cultiva ampliamente en todas las regiones tropicales y subtropicales, incluyendo las de México, donde contribuye a las 55.7 millones de hectáreas ocupadas con pastizales (28% del territorio nacional) (Cantú, 2011). En México, actualmente existen más de 15 variedades de este pasto, siendo Taiwán la de mayor importancia; esta variedad ha sido introducida en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales del país, por considerarse un pasto de alta productividad, vigor competitivo, palatabilidad, persistencia y alta calidad (Singh *et al.*, 2013). Se adapta a un amplio rango de precipitaciones, que van de 750 a más 2,500 mm (Skerman y Riveros, 1990), y presenta un crecimiento de 2.5. a 4 cm por día durante el ciclo de Primavera-Verano, mientras que en el de Otoño-Invierno, su crecimiento oscila entre 1.5 a 2.5 cm por día. Este pasto es uno de los más promisorios para la ganadería, aunque tiene escasa explotación, a pesar de que en promedio produce rendimientos de masa verde superiores a 40 t/ha en cada corte y más de 120 t/ha/año, con niveles de proteína que oscilan entre 6 y 8.5% (Fundora *et al.*, 2005). Existen escasos reportes sobre la utilización de la biomasa (hojas y cogollos) para el mejoramiento de las propiedades del suelo, a pesar de ser altamente productora de biomasa en regiones tropicales del país (Bogdan, 1997). En estudios previos se observó que, en siembras realizadas con riego, se quedaban en el campo de 10 a 20 t/ha de biomasa aérea del pasto, mientras que, en las siembras de temporal, esta cantidad fluctuaba entre 10 y 15 t/ha. En ambas siembras, parte de ese material se utilizaba para la elaboración de pacas, y otra parte era quemada para evitar problemas durante el riego y algunas actividades de campo realizadas después de la cosecha. Por lo anterior, así como al volumen de biomasa de pasto tirada en el campo al momento de la cosecha (entre 10 y 20 t/ha por ciclo de seis meses), es sumamente importante incorporar ese residuo al suelo sin importar si el terreno es de riego o temporal, ya que, su rápida degradación e incorporación por los microorganismos que habitan en el suelo, mejora constantemente sus propiedades físicas, químicas y biológicas, en comparación de cuando es quemado o es utilizado para la elaboración de pacas para alimentación animal. Debido al alza de los insumos, la elaboración de pacas no es redituable y además ocasiona el deterioro del suelo al no

regresa nada de lo que se extrajo durante la cosecha del cultivo. Debido a lo anterior, durante dos años al término del ciclo de cultivo, se realizaron estudios, con objeto de determinar el efecto que tienen los residuos tirados en campo durante la cosecha de los tallos, en las propiedades del suelo.

## **Materiales y métodos**

### **Ubicación geográfica**

Los estudios se realizaron en la región de Piedras Negras, municipio de Tlaxiaco, Veracruz, localizada en las coordenadas 18°46' de latitud norte y 96°10' de longitud oeste, a 26 m de altitud. El clima es cálido-seco-regular, con una temperatura media anual de 25.3°C, con precipitación anual de 1,348 mm con lluvias abundantes de julio a septiembre y con menor intensidad en el resto del año (García, 2004).

### **Aspectos del cultivo**

Los ensayos se realizaron en una superficie de 1,000 ha, sembrada mediante un arreglo topológico en doble estaca a 45° de inclinación, con separación de 10 cm entre estacas, 50 cm entre puntos de siembra y 1.4 m entre surcos (que es el ancho de corte de la maquina cosechadora tipo CAMECO), con lo cual se tuvo una densidad de población de 14,285 puntos de siembra por hectárea.

### **Suelos predominantes en la evaluación**

Los suelos predominantes en la superficie sembrada son los siguientes: 1. Migajón Arcilloso (Vertisol), con pH de 5.84, pobre en nitrógeno y zinc; mediano en materia orgánica, fósforo, potasio y magnesio y adecuado en calcio, fierro, cobre y manganeso. 2. Migajón Arcillo Arenoso, con pH de 6.03, pobre en nitrógeno, fósforo, potasio y zinc; mediano en materia orgánica y magnesio y adecuado en calcio, fierro, cobre y manganeso. 3. Migajón Arcillo-Arenoso, con pH de 5.45, pobre en materia orgánica, nitrógeno, potasio y zinc; mediano en fósforo y calcio y adecuado en magnesio, fierro, cobre y manganeso.

### **Manejo agronómico**

**Riego.** A 500 ha se les aplicó riego por gravedad con agua a capacidad de campo al día siguiente del corte, y posteriormente cada 25 días hasta el inicio de la temporada de lluvias; a su vez, las 500 hectáreas de temporal sólo recibieron agua de lluvia.

**Fertilización.** La fórmula de fertilización para riego y temporal fue de 200-120-100 unidades de NPK/ha; el 50% se aplicó cinco días después del corte y el resto, 35 días después de la primera aplicación (antes del cierre de campo). Las principales plagas en la superficie de estudio fueron: el gusano barrenador (*Diatraea saccharalis* Fabr.), grillos del suborden Caelífera, termitas del orden Isoptera, gusano falso medidor (*Trichoplusia ni* Hübner) y mosca pinta (*Aeneolamia contigua* Walker), las cuales se controlaron con aplicaciones de imidacloprid 350 SC en dosis de 300 mL/ha. Por otra parte, para el control del salivazo (*Aeneolamia postica* Walker) se utilizó el producto comercial Jade en dosis de 20 kg/ha. La cosecha en cada ciclo de seis meses se realizó con máquina cosechadora especializada para caña de azúcar, la cual se acompañaba de camiones con caja seca para la captura de los tallos fibrosos.

Descripción de las variables evaluadas durante el desarrollo de la investigación:

**1. Compactación del suelo.** Se determinó con un medidor digital portátil de compactación del suelo modelo FIELDSCOUT SC-900, el cual se introducía al suelo antes y después de cada cosecha a una profundidad de 30 cm, realizando 100 mediciones en zig zag por hectárea. **2. Vida útil de la cepa y rebrotes.** Se determinó a los 30 y 60 días después del corte (DDC) mediante un conteo manual de hijuelos en 200 cepas previamente aleatorizadas por hectárea, así como con la cuantificación del porcentaje de daño de cepas, con base en la escala de daño, adaptada de la propuesta de Almodóvar y Díaz (2007). **3. Conservación de la humedad del suelo.** Se determinó con un medidor de humedad portátil, el cual se introducía a 5, 10 y 15 cm en 200 diferentes puntos al azar por hectárea. Las mediciones se realizaron en los predios de temporal y riego al siguiente día del corte, así como a los 30 y 60 días después del mismo. **4. Incremento de la materia orgánica (MO) y fertilidad del suelo.** Para este indicador, se realizaron 15 análisis de suelos antes de la siembra y al término de la evaluación. **5. Control de la germinación de malezas con el residuo.** A partir del primer corte e incorporación del residuo en las áreas de riego y temporal y hasta el término de la



evaluación, se evaluó la presencia de malezas, mediante la técnica de muestreo con el apoyo de un cuadro de PVC de 1 m<sup>2</sup>, el cual se lanzó al azar, 50 veces por hectárea. En cada lanzamiento se contaban todas de malezas y especies en esa área. Al término del muestreo se obtuvo el porcentaje de cada maleza y especie por muestra, así como el porcentaje de cobertura dentro del cultivo. **6. Acame.** Esta variable se evaluó mediante recorridos de campo en zig zag en toda la superficie, después de la presencia de frentes fríos, con vientos del norte superiores a 50 km/h. Las mediciones se realizaron en porcentajes de cepas acamadas. El acame es la pérdida de la verticalidad en las plantas cultivadas que tienen hábito de crecimiento erecto, como el pasto Taiwán; puede ocurrir cuando el cultivo se establece a campo abierto por tres principales factores: 1. Plantas con escaso desarrollo radical, 2. Exceso de humedad debido a un riego pesado, lluvia o inundación, y 3. Vientos con velocidad superior a 50 km/h. **7. Fauna del suelo.** Se determinó la macrofauna en áreas con y sin residuo en riego y temporal mediante la apertura de dos monolitos cada 50 ha, con dimensiones de 25 × 25 × 30 cm de profundidad. Una vez formado, cada monolito se extrajo en capas de 0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm, las cuales se depositaron en bandejas plásticas y se revisaron; los organismos visibles se recolectaron con la ayuda de pinzas suaves y pinceles. La macrofauna extraída se colocó en frascos de plástico con tapas, que contenían formaldehído al 4% para conservar las lombrices de tierra y alcohol etílico al 70% para preservar el resto de los organismos. Cada recipiente contaba con una cantidad suficiente de producto que cubría perfectamente los organismos recolectados, los cuales, fueron agrupados por tamaño y especie, e identificados con una etiqueta de papel añadida a cada frasco, escrita a lápiz y referenciada al monolito estudiado, así como a datos de recolecta (lugar, fecha, tipo de siembra).

## Resultados y discusión

Los principales resultados obtenidos en esta investigación son los siguientes:

1. Disminución de la compactación del suelo. Se encontró una disminución en la compactación del suelo de 20%, la cual se debe en gran medida al efecto del residuo incorporado al suelo; mediante el proceso de descomposición, se incrementó considerablemente la actividad microbiana. Este resultado está relacionado con lo encontrado por Venialgo *et al.* (2002), quienes mencionaron que la compactación del suelo es mayor en terrenos forestales degradados, que en aquellos suelos que se utilizan para cultivos con labranza cero y aún más en la agricultura convencional de roturación. Por otro lado, Rebolledo-Martínez *et al.* (2011) encontraron que, en suelos tropicales con coberteras vivas, la materia seca fue degradada más rápidamente y liberó los nutrimentos al suelo por la presencia de insectos benéficos como escarabajos, gallinas ciegas, lombrices, cien pies y cochinillas. Finalmente, Araujo y López-hernández (1999) encontraron que, los suelos manejados con coberteras orgánicas de sabanas en el Amazonas venezolano poseen mayor densidad y biomasa de lombrices que los suelos naturales.

2. Incremento de la vida útil de la cepa y rebrotes. Se encontró que las cepas establecidas en riego y temporal mostraron un 30% de mejoría en la vida útil de la cepa e hijuelos, lo que coincide con información personal de productores líderes de caña de azúcar de las áreas de influencia de los ingenios La Gloria y El Modelo en Cardel, Veracruz.

3. Incremento en la conservación de la humedad. En las siembras bajo riego, el número de éstos se redujo de siete a cuatro, debido que el suelo conservaba la humedad por 10 días más, lo cual repercute en un aprovechamiento de la humedad de 40% en terrenos con riego, y 20% en terrenos de temporal. En este sentido, Soane y Van Ouwerkerk (1994) encontraron que el contenido de humedad edáfico es el factor más importante que influencia los procesos de compactación del suelo, y que, para todos los niveles de compactación, la resistencia a la penetración aumenta a medida que disminuye el potencial hídrico del suelo.

4. Incremento de la materia orgánica. Se encontró un incremento promedio de 5% de MO durante todo el desarrollo de la investigación, debido a que, durante el proceso de desintegración del residuo, se liberan

macro y micronutrientes en el suelo, que influyen directamente en su mejora nutricional, así como se favorece el incremento de la macrofauna que contribuye en este proceso. En este sentido, Hernández *et al.* (2009) mencionan que la técnica del uso de coberturas vegetales como el pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), reduce la entrada de insumos externos y contribuye a la conservación de suelos, mejorando sus condiciones biológicas, físicas y químicas, y manteniendo a la vez, cierta humedad e incremento de la materia orgánica.

5. Control de malezas. Las malezas fueron controladas en un 95% debido a la capa de mantillo tirada al suelo en forma de tapete natural, la cual impidió la penetración de los rayos del sol e inhibió el crecimiento de malezas. Estos resultados se asemejan a los de Najul y Anzalone (2006), quienes mencionaron que, el uso de coberturas vegetales como *P. maximum* controlan de malezas en cultivos perennes, por encima de 90%.

6. Acame. Se redujo un 50% el acame en siembras de riego, con respecto a las siembras en suelo desnudo, ya que las cepas bajo riego mostraron un mayor anclaje de las raíces secundarias y terciarias, logrando también un mayor aprovechamiento de los nutrientes del suelo. Este resultado coincide con lo reportado por Williams *et al.* (2009), quienes encontraron problemas del acame en el cultivo de maíz, provocado por los fuertes vientos de la región de Río Bravo, Tamaulipas.

7. Incremento de la fauna del suelo. La macrofauna del suelo se incrementó en 10% en siembras con riego y 7% en siembras de temporal, con respecto a las siembras en suelos sin residuos. Estudios de esta índole han encontrado que cuando se tiene un incremento de MO, también se incrementa considerablemente la fauna, como lombrices y otros microorganismos que influyen directamente en mejorar las propiedades físicas del suelo, básicamente en el aumento de la porosidad y de la aireación, así como del mejoramiento de la conductividad hidráulica y una mejor estabilidad estructural, que incluye la formación de macroagregados y microagregados (Lavelle, 1997). Estos autores reafirman la importancia de dejar en el campo los residuos de cosecha, incluyendo a los del pasto Taiwán, ya que con ello se obtendrán la mayoría de los beneficios que se mencionan en el párrafo anterior. Montenegro (2005), encontró que al eliminar la cobertura del suelo disminuye severamente la macrofauna del suelo, debido que la sombra del suelo en los sistemas de producción genera impactos negativos en el hábitat de las diferentes

especies de la macrofauna, disminuyendo su diversidad debido a la falta de cobertura, la cual le brinda alimento y un mejor microclima para su estabilidad.

## **Conclusiones**

1. Se identificaron ocho principales beneficios de alto impacto relacionados a la salud del suelo y del cultivo de pasto Taiwán, como: la disminución en compactación, la vida útil de la cepa, la conservación de la humedad, el incremento de la materia orgánica, el control malezas, el control de la erosión hídrica, la disminución del acame y el incremento de la fauna del suelo. 2. Los beneficios de la incorporación de residuos al término de cada cosecha, son indistintos en los predios de riego y temporal, ya que la biomasa tirada en campo se incorpora al suelo en un periodo máximo de seis meses, mejorando constantemente sus propiedades físicas, químicas y biológicas, en comparación a cuando se quema o utiliza para otros fines. 3. Con la incorporación de los residuos es posible reducir la dosis de fertilizante entre 17% y 25% en función a las toneladas que se quedan tiradas en campo y con base en los análisis de contenido nutrimental del follaje.

## **Literatura citada**

Almodóvar, W. y Díaz, M. 2007. Identificación y manejo de sigatoka negra y otras enfermedades de plátano y guineo. Universidad de Puerto Rico. Colegio de Ciencias Agrícolas. Mayagüez, Puerto Rico. 30 p.

Araujo, Y. y López-Hernández, D. 1999. Caracterización de las poblaciones de lombrices de tierra de en un sistema de agricultura orgánica ubicado en una sabana en el Amazonas venezolano. *Ecotropicos* 12(1):49-55.

Bogdan, A. V. 1997. Pastos Tropicales y Plantas de Forraje: Pastos y Leguminosas, AGT Editor S. A. México, D. F. 461 p.

Cantú B., E. 2011. Manejo y Mejoramiento de Pastizales. Ed. Doble Hélice. Chihuahua Chih., México. 320 p.

Fundora, O., Otero, A., González, M. E. y Sierra, Y. 2005. Uso del *Pennisetum purpureum* (Clon Cuba CT-115) como banco de biomasa para búfalas de río y su efecto en el control de malezas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 39(4):569-574.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F. 217 p.

Hernández S., Y., Alfaro A., E., Mederos M., D. y Rivas F., E. 2009. Las coberturas vivas en sistemas de cultivos agrícolas. *Temas de Ciencia y Tecnología* 13(38):7-16.

Lavelle, P. 1997. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. *Advances in Ecological Research* 27:93-132.

Montenegro G., E. J. 2005. Efectos del aporte de nutrientes de la biomasa de tres tipos de sombra en sistemas de manejo de café orgánico y convencional. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 67 p.

Najul, C. y Anzalone, A. 2006. Control de malezas con cobertura vegetal en el cultivo de la caraota negra (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bioagro* 18(2):75-82.

Rebolledo-Martínez, A., del Ángel-Pérez, A. L., Megchún-García, J. V., Adame-García, J., Nataren-Velázquez, J. y Capetillo-Burela, Á. 2011. Coberteras vivas para el manejo de malezas en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Manila. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 13(3):327-338.

Skerman, P. J. y Riveros, F. 1990. Tropical Grasses. FAO Plant Production and Protection Series No. 23. FAO. Rome, Italy. 832 p.

Singh, B. P., Singh, H. P. and Obeng, E. 2013. Elephantgrass. p. 271-291. *In*: Singh, B. P. (ed.). *Biofuel Crops: Production, Physiology and Genetics*. Ed. CAB International. Wallingford, UK.

Soane, B. D. and Van Ouwerkerk, C. 1994. Soil compaction in crop production. Developments in Agricultural Engineering Series, Vol. 11. Elsevier Science. Amsterdam, The Netherlands. 622 p.

Venialgo, C., Gutiérrez, N., Corrales, A., Drganc, D. y Asselborn, A. 2002. Estabilidad de agregados y resistencia a la penetración en serie de suelos con distintos usos en el Sudoeste de Chaco, Argentina. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.

Williams A., H., Pecina Q., V., Montes G., N., Palacios V., O., Arcos C., G. y Vidal M., V. A. 2009. Reacción de variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] para grano a *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. Revista Mexicana de Fitopatología 27(2):148-155 p.

## CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS CULTIVADOS EN EL SISTEMA MIAF EN LOS TUXTLAS, VERACRUZ

Zetina Lezama Rigoberto<sup>1\*</sup>, Sánchez Guzmán Patricio<sup>2</sup>, Uribe Gómez Sergio<sup>1</sup>, Capetillo Burela Ángel<sup>1</sup> y Hernández Estrada Carmen Aridai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. [zetina.rigoberto@inifap.gob.mx](mailto:zetina.rigoberto@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo

### **RESUMEN**

En todo tipo de investigación enfocada al recurso suelo, es importante conocer las propiedades físicas y químicas conferidas mediante su edafogénesis, así como la medida en que estas características puedan ser moldeadas en el corto y mediano plazo por prácticas de cultivo, con el fin evaluar la eficiencia en el control del deterioro de la fertilidad de suelos de ladera. El objetivo de este trabajo fue caracterizar y describir el perfil típico del suelo de los módulos de validación campesina y experimental de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, a fin de clasificarlos taxonómicamente y obtener información confiable de las propiedades físicas y químicas de los diferentes horizontes que componen el perfil. La clasificación de los perfiles se realizó de acuerdo a las claves para la taxonomía de suelos del IUSS Working Group WRB. Se realizaron tres perfiles de suelos, todos con manejo de sistema Milpa Intercalada en Árboles Frutales (MIAF); se caracterizaron y describieron taxonómicamente los perfiles, para la generación de información de las propiedades físicas y químicas de sus horizontes. Las muestras de cada horizonte se analizaron en sus propiedades físicas (densidad aparente, color en húmedo y seco, contenidos de arena, limo y arcilla, clase textural) y químicas (pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, carbonato de calcio, capacidad de intercambio catiónico, contenidos de sodio, potasio, calcio y magnesio) aprobados por la Norma Oficial Mexicana NOM-021 para la clasificación taxonómica de suelos. Los perfiles del Módulo Experimental de Axochio y del Módulo de Validación Campesina de Xiguipilincan, presentaron características edafogénicas similares con horizontes poco desarrollados; ambos fueron clasificados como Cambisol Vértico-Dystrico. El Módulo de Validación Campesina de Santa Rosa

Abata, clasificado como Andosol Vítrico-Mólico, presentó un perfil integrado por cenizas volcánicas con vidrio volcánico y minerales ferromagnesianos.

**Palabras clave:** Ladera, cambisol, andosol, maíz intercalado, clasificación taxonómica.

## Introducción

La región de los Tuxtlas, Veracruz se caracteriza por la presencia abundante de áreas de ladera con pendientes pronunciadas y una gran diversidad de suelos de origen volcánico, que se desarrollan bajo una fuerte presión climática y antropogénica. En esta región, la mayor parte de los suelos de ladera que son dedicados a la explotación agrícola, pertenecen a pequeños productores que desarrollan sistemas de producción agrícolas de subsistencia, en los cuales el suelo se encuentra fuertemente expuesto a la erosión hídrica (Francisco *et al.*, 2005). La literatura mundial presenta hoy en día, innumerables estudios de taxonomía de suelos, enfocados a la generación de recomendaciones de manejo agronómico de especies agrícolas (Salgado-García *et al.*, 2016; Salgado-Velázquez *et al.*, 2017), cuantificar el carbono orgánico del suelo (Muñoz-Chávez, 2018), cambios abruptos en la textura del suelo (Esfandiarpour-Borujenia *et al.*, 2018), delinear unidades de riego (Jiménez-Aguirre *et al.*, 2018) y generar escenarios de cambio climático (Kapur *et al.*, 2018). Uribe-Gómez *et al.* (2000) utilizaron la clasificación taxonómica de suelos para evaluar el mejoramiento de las propiedades del suelo, así como identificar los problemas asociados a prácticas de conservación de suelos de ladera de Los Tuxtlas, Ver. Ellos encontraron que en un Typic Tropofluvents cultivado con maíz, el sistema de Terrazas de Muro Vivo influyó ligeramente en la macro y microestructura del suelo, debido a la actividad biológica que genera; además, este mismo enfoque les permitió definir con claridad que el proceso de formación de las terrazas trajo consigo problemas de excesos de humedad y la exposición de un sustrato del suelo con menor fertilidad o con mayor susceptibilidad a la erosión. El objetivo de esta investigación fue caracterizar y describir los perfiles de tres suelos de la región de Los Tuxtlas, Ver., cultivados con el sistema MIAF, a fin de clasificarlos taxonómicamente y contar con información confiable de las propiedades



físicas y químicas de los diferentes horizontes que componen el perfil del suelo.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en un módulo experimental y en dos módulos de validación con manejo campesino del sistema MIAF, establecidos en terrenos representativos del agroecosistema de laderas, en la región de Los Tuxtlas, Ver. La ubicación geográfica y el año de establecimiento de los módulos se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ubicación geográfica y año de establecimiento de los módulos de validación campesina y experimental establecidos con el sistema MIAF en la región de los Tuxtlas, Ver.

Módulo y localidad	Municipio	Altitud (m)	Latitud N	Longitud W	Año <sup>1</sup>
Módulo Experimental Axochio	San Andrés Tuxtla, Ver.	60	18°20'0.5"	95°17' 57.7"	2003
Módulo de Validación Campesina Xiguipilincan	Santiago Tuxtla, Ver.	73	18°23'16"	95°20' 50.3"	2005
Módulo de Validación Campesina Santa Rosa Abata	San Andrés Tuxtla, Ver.	520	18°27'42.1"	95°09' 52.28"	2005

<sup>1</sup>Año de establecimiento del módulo.

La región de Los Tuxtlas, Ver., presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw2) (García, 2004), precipitación entre 1,500 y 2,000 mm. En los tres módulos se abrieron y describieron perfiles de suelo de acuerdo a la metodología de Cuanalo, (1975). Las muestras de suelo fueron enviadas al Laboratorio de Física de Suelo del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, para los análisis físicos y químicos requeridos para la clasificación taxonómica de los suelos. Las técnicas de extracción y cuantificación de nutrientes, así como de los métodos utilizados para la medición de propiedades físicas del suelo fueron los aprobados y descritos en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-

SEMARNAT-2000 (DOF, 2002). Con los datos obtenidos en campo y laboratorio de procedió a la clasificación de los perfiles de suelos, de acuerdo a las claves del sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos, actualización 2014 (IUSS Working Group WRB, 2015).

## Resultados y discusión

### Sitio 1. Módulo Experimental Axochio

El material de origen corresponde a sedimentos derivados de materiales ígneos. La pendiente del terreno es de 17%, con orientación hacia el este. El drenaje superficial corresponde con un sitio receptor pasivo, en la parte baja de los lomeríos con una pedregosidad superficial nula. La vegetación está compuesta por maíz asociado con chicozapote. La descripción del perfil de suelos se describe en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de campo del perfil de suelo del Módulo Experimental Axochio, municipio de San Andrés Tuxtla, Ver.

Horizonte	Descripción
<b>Ap</b>	0-18 cm; ligeramente húmedo; 10YR 2/2 cuando húmedo; firme; bloques subangulares de moderado desarrollo de 3 a 5 cm de $\Phi$ ; franco arcilloso; pegajoso y ligeramente plástico; poros tubulares, finos, abundantes; raíces finas y comunes; permeabilidad lenta; sin reacción al HCl y fuerte al $H_2O_2$ ; con transición media al siguiente horizonte.
<b>Bw</b>	18-46 cm; húmedo; 10YR 2/1 cuando húmedo; ligeramente firme; bloques subangulares de moderado desarrollo de 0.5 a 3 cm de $\Phi$ ; arcilla; pegajoso y plástico; poros intersticiales, muy finos y abundantes; raíces muy finas y comunes; permeabilidad lenta; sin reacción al HCl y fuerte al $H_2O_2$ ; con transición horizontal y marcada al siguiente horizonte.
<b>2Ab</b>	46-70 cm; húmedo; 10YR 3/1 cuando húmedo; friable; bloques angulares de moderado desarrollo de 1 a 4 cm de $\Phi$ ; franco arcilloso; pegajoso y plástico; poros intersticiales, muy finos y abundantes; raíces finas y raras; permeabilidad muy lenta; sin reacción al HCl y muy fuerte al

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; presencia de fragmentos de tepalcates de forma angular en el 2% del horizonte y presencia de fragmentos de roca de tamaño variable y forma redondeada en el 5% del horizonte; con transición media al siguiente horizonte.

**2C** 70-97 cm; húmedo; 10YR 4/2 cuando húmedo; friable; masivo que se rompe en bloques angulares de 3 a 7 cm de  $\Phi$ ; arcilla; pegajoso y plástico; poros intersticiales, muy finos y comunes; raíces medias y raras; permeabilidad lenta; sin reacción al HCl y ligera al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; con transición media al siguiente horizonte.

**2C<sub>2</sub>** 97-140 cm; húmedo; 10YR 4/3 cuando húmedo; friable; masivo que se rompe en bloques angulares de 7 a 10 cm de  $\Phi$ ; arcilla; pegajoso y plástico; poros intersticiales, muy finos y comunes; raíces finas y raras; permeabilidad lenta; sin reacción al HCl y ligera al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

---

### **Clasificación**

De acuerdo con el IUSS Working Group WRB (2015), el suelo se clasifica como **Cambisol Vértico-Dystrico (Clayic-Colluvic-Oxyaquic)**, lo que indica que se trata de un suelo con ligero desarrollo edafológico, rico en arcillas expandibles y con saturación de bases menor del 50%, con influencia de material que se movió por efecto de la gravedad y con un subsuelo que tiene problemas de movimiento de agua.

### **Sitio 2. Módulo de Validación Campesina Xiguihilincan**

El material de origen corresponde a sedimentos derivados de materiales ígneos. La pendiente del terreno es de 3%, con orientación al sur. El drenaje superficial corresponde con un sitio normal, con una pedregosidad superficial nula. La vegetación está compuesta por maíz asociado con limón y mango. La descripción del perfil se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de campo del perfil de suelo del Módulo de Validación Campesina Xiguipilincan, municipio de Santiago Tuxtla, Ver.

Horizonte	Descripción
<b>Ap</b>	0-25 cm; ligeramente húmedo; 10YR 3/2 cuando húmedo; firme; bloques subangulares de moderado desarrollo de 0.5 a 2 cm de $\Phi$ ; franco arcilloso; pegajoso y ligeramente plástico; poros intersticiales, finos y abundantes; pocas raíces finas y medias; permeabilidad moderada; sin reacción al HCl y fuerte al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; presencia de grietas verticales de 1 mm de ancho en el 10% del horizonte; con transición media al siguiente horizonte.
<b>Bw</b>	25-50 cm; húmedo; 10YR 3/1 cuando húmedo; friable; bloques subangulares de moderado desarrollo de 2 a 4 cm de $\Phi$ ; arcilla; pegajoso y plástico; poros intersticiales, finos y abundantes; pocas raíces finas y medias; permeabilidad lenta; sin reacción al HCl y fuerte al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; presencia de grietas verticales de 1 mm de ancho en el 10% del horizonte; con transición media al siguiente horizonte.
<b>Bw<sub>2</sub></b>	50-78 cm; húmedo; 10YR 2/1 cuando húmedo; friable; bloques angulares de moderado desarrollo de 2 a 3 cm de $\Phi$ ; arcilla; pegajoso y plástico; poros intersticiales, finos y comunes; raíces finas y raras; permeabilidad muy lenta; sin reacción al HCl y muy fuerte al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; presencia de nódulos de Mn de 2 mm de $\Phi$ en el 2% del horizonte; con transición ondulada y marcada al siguiente horizonte.
<b>2C</b>	78-137 cm; húmedo; 2.5Y 3/2 cuando húmedo; muy firme; masivo que se rompe en bloques angulares de moderado desarrollo de 2 a 5 cm de $\Phi$ ; arcilla; pegajoso y plástico; poros intersticiales, finos y pocos; sin raíces; permeabilidad lenta; sin reacción al HCl y ligera al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; presencia de nódulos de Mn de 2 mm de $\Phi$ en el 5% del horizonte; con transición media al siguiente horizonte.
<b>2C<sub>2</sub></b>	137-170 cm; húmedo; 2.5Y 4/2 cuando húmedo; muy firme; masivo que se rompe en bloques angulares de moderado desarrollo de 5 a 10 cm de $\Phi$ ; arcilla; pegajoso y plástico; poros intersticiales, finos y pocos; sin raíces;

permeabilidad lenta; sin reacción al HCl y ligera al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; presencia de nódulos de Mn de 2 mm de  $\Phi$  en el 10% del horizonte.

---

### Clasificación

De acuerdo con el IUSS Working Group WRB (2015) se clasifica como **Cambisol Vértico-Dístrico (Clayic-oxyaquic)**, lo que significa que se trata de un suelo joven, con poco desarrollo edafológico, rico en arcillas expandibles y con baja saturación de bases y con un subsuelo que tiene problemas de movimiento vertical de agua.

### Sitio 3. Módulo de Validación Campesina Santa Rosa Abata

El sitio donde se describió el perfil del suelo se localiza en la comunidad de Santa Rosa Abata, con un relieve regular donde hay asociación de cultivos de temporal y árboles frutales. El material de origen corresponde a cenizas volcánicas basálticas. La pendiente del terreno es de 3% y orientación al sur. El drenaje superficial corresponde con un sitio normal, con una pedregosidad superficial nula. La descripción del perfil se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Descripción de campo del perfil de suelo del Módulo de Validación Campesina de Santa Rosa Abata, municipio de San Andrés Tuxtla, Ver.

Horizonte	Descripción
<b>Ap</b>	0-25 cm; ligeramente húmedo; 10YR 3/2 cuando húmedo; muy friable; granular y bloques subangulares de moderado desarrollo de 0.5 a 1 cm de $\Phi$ ; arena francosa; no pegajoso y ligeramente plástico; poros intersticiales, finos y abundantes; raíces finas y comunes; permeabilidad muy rápida; sin reacción al HCl y ligera al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; con transición media al siguiente horizonte.
<b>C</b>	25-85 cm; húmedo; 7.5YR 3/2 cuando húmedo; muy friable; masivo que se rompe en bloques subangulares de pobre desarrollo de 2 a 7 cm de $\Phi$ ; franco arenoso; no pegajoso y ligeramente plástico; poros intersticiales, finos y abundantes; raíces finas y pocas; permeabilidad muy rápida; sin reacción al HCl y ligera al H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; presencia de tefras de 1 cm de $\Phi$ , que

ocupan el 5% del horizonte; con transición horizontal y marcada al siguiente horizonte.

- C<sub>2</sub>** 85-125 cm; húmedo; 7.5YR 3/1 cuando húmedo; friable; masivo que se rompe en bloques subangulares de pobre desarrollo de 1 a 3 cm de  $\Phi$ ; arena francosa; no pegajoso y no plástico; poros intersticiales, finos y abundantes; raíces finas y raras; permeabilidad muy rápida; sin reacción al HCl y ligera al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; con transición horizontal y marcada al siguiente horizonte.
- 2C** 125-170 cm; húmedo; 10YR 2/1 cuando húmedo; friable; masivo; arena; no pegajoso y no plástico; poros intersticiales, finos y abundantes; sin raíces; permeabilidad rápida; sin reacción al HCl y nula al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; con transición horizontal y marcada al siguiente horizonte.
- 3C** 170-185 cm; húmedo; 7.5YR 3/2 cuando húmedo; muy firme; laminar de 3 mm; arena; no pegajoso y no plástico; poros intersticiales, finos y abundantes; sin raíces; permeabilidad lenta; sin reacción al HCl y ligera al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; con transición horizontal y marcada al siguiente horizonte.
- 4C** 185-200 cm; húmedo; 10YR 2/1 cuando húmedo; muy friable; masivo; arena; no pegajoso y no plástico; poros intersticiales, finos y abundantes; sin raíces; permeabilidad rápida; sin reacción al HCl y ligera al H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; con transición horizontal y marcada al siguiente horizonte.
- 

### **Clasificación**

De acuerdo con el IUSS Working Group WRB (2015) se clasifica como **Andosol Víttrico-Mólico (Arenic)**, lo cual indica que es un suelo de reciente formación y con un nulo desarrollo edafológico condicionado por el material parental, rico en vidrio volcánico, con alto contenido de materia orgánica en la superficie y con una textura gruesa en todo el perfil.

## **Conclusiones**

1. Se describieron y clasificaron tres perfiles de suelo representativos de la región de Los Tuxtlas, Ver. Los perfiles correspondientes al Módulo Experimental de Axochio y al Módulo de Validación Campesina de Xiguipilincan, presentaron características edafogénicas similares, con horizontes poco desarrollados, constituidos por materiales de textura fina, donde dominan las arcillas y los limos; ambos fueron clasificados como Cambisol Vértico-Dystrico. 2. El Módulo de Validación Campesina de Santa Rosa Abata presentó un perfil del suelo integrado principalmente de materiales piroclásticos del tipo de ceniza volcánica básica (oscuro), con un alto contenido de vidrio volcánico y minerales ferromagnesianos con un bajo grado de intemperismo; se clasificó como Andosol Vítico-Mólico.

## **Literatura citada**

Cuanalo C., H. 1975. Manual para la Descripción de Perfiles de Suelo en el Campo. Colegio de Postgraduados. Centro de Edafología. Chapingo, Edo. de Méx., México. 30 p.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2002. NOM-021-SEMARNAT-2000 (antes NOM-021-RECNAT-2000). Norma Oficial Mexicana, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. México. D.F. 66 p.

Esfandiarpour-Borujeni, I., Mosleh, Z. and Farpoor, M. H. 2018. Comparing the ability of Soil Taxonomy (2014) and WRB (2015) to distinguish lithologic discontinuity and an abrupt textural change in major soils of Iran. CATENA 165:63-71.

Francisco N., N., Turrent F., A., Oropeza M., J. L., Martínez M., M. y Cortés F., J. I. 2005. Pérdida de suelo y relación erosión-productividad en cuatro sistemas de manejo del suelo. Terra 24:253-260.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F. 217 p.

IUSS Working Group WRB. 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Actualización 2015. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO. Roma, Italia. 205 p.

Jiménez-Aguirre, M. T., Isidoro, D. and Usón, A. 2018. Soil variability in La Violada Irrigation District (Spain): I. Delineating soil units for irrigation. *Geoderma* 311:78-90.

Kapur S., Aydın, M., Akça, E. and Reich, P. 2018. Climate change and soils. p. 45-55. *In*: Kapur S., Akça, E. and Günal, H. (eds.). *The Soils of Turkey*. World Soils Book Series. Springer International Publishing. Cham, Switzerland.

Muñoz-Chávez, A. 2018. Almacenamiento de carbono edáfico, en diferentes unidades geológicas en el ecosistema Herbazal de Páramo, subcuenca del Río Chambo, Chimborazo-Ecuador. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 45 p.

Salgado-García, S., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J. Córdova-Sánchez, S., Castelán-Estrada, M., Lagunes-Espinoza, L. C. *et al.* 2016. Programa de fertilización sustentable para plantaciones de cítricos en Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3(9):345-356.

Salgado-Velázquez, S., Salgado-García, S. Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Córdova-Sánchez, S. y Rincón-Ramírez, J. A. 2017. Clasificación de los suelos por fertilidad de la subregión ríos de Tabasco, México. *Agroproductividad* 10(12):9-15.

Uribe-Gómez, S., Gutiérrez-Castorena, M. C., Tavares-Espinosa, C. y Turrent-Fernández, A. 2000. Caracterización y clasificación de suelos de ladera manejados con terrazas de muro vivo en Los Tuxtlas, Veracruz. *Agrociencia* 34:403-412.



## CARACTERIZACIÓN DE VARIEDADES DE *Pennisetum purpureum* Schumach. PARA PRODUCCIÓN DE FIBRA EN MEDELLÍN, VERACRUZ

Matilde Hernández Cristian<sup>1</sup>, Capetillo Burela Ángel<sup>2\*</sup>, Zetina Lezama Rigoberto<sup>2</sup>, Santillán Mendoza Ricardo<sup>1</sup>, Flores de la Rosa Felipe Roberto<sup>1</sup>, Domínguez Monge Santiago<sup>1</sup> y Ortega Jiménez Eusebio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Ixtacuaco. CIRGOC. INIFAP.

<sup>2</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. [capetillo.angel@inifap.gob.mx](mailto:capetillo.angel@inifap.gob.mx)

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz.

### RESUMEN

En México la producción de fibras suaves para la producción de celulosa se ha visto seriamente afectada por problemas como la escasez de madera para fines industriales, falta de bagazo de caña de azúcar y los altos costos económicos para la compra de celulosa importada por la volatilidad del dólar ante el peso. Con el objetivo de generar alternativas para la producción de fibras similares a las obtenidas con el bagazo de caña de azúcar, se evaluaron ocho variedades de *Pennisetum purpureum* Schumach. (Taiwán, Maralfalfa, OM-22, Urocowona, Camerun, King Grass, Caña Africana y CT-115) para determinar su potencial en su contenido de fibra a los 120, 150 y 180 días después de la siembra (DDS). El experimento se estableció en condiciones de temporal en La Candelaria, Medellín, Ver., en suelo vertisol, con pH de 5.74, bajo contenido en MO (0.95%), nitrógeno, fósforo, potasio y zinc y adecuado en calcio, manganeso, fierro, cobre y magnesio, con un diseño experimental de bloques al azar con ocho tratamientos (variedades) y tres repeticiones. La variedad OM-22 mostró un mayor porcentaje de fibra a los 180 DDS, con 26.75% de FAS (fibra apta y seca) con respecto al resto de las variedades evaluadas, cuyo contenido fluctuó entre 17.89% y 24.91% en el mismo periodo de cosecha. Con base en los resultados, se concluye que la variedad OM-22 es una alternativa al bagazo de caña de azúcar para la producción de fibra y celulosa.

**Palabras clave:** FAS, bagazo, cepa, pasto, celulosa.

### Introducción

Los árboles constituyen la principal fuente de fibras naturales en el mundo, con un 55% de la producción de celulosa para la industria papelera; un 36% es de papel reciclado y el 9% restante es aportado por otras plantas, como pastos, bambúes, bagazo de caña de azúcar, algodones, linos y cáñamos (FAO, 1993).

México consume anualmente 1'200,000 t de fibra virgen en promedio, sin incluir papel reciclado (Herrera y Cortes, 2009). En 2009, la industria papelera utilizó 4'549,000 t de fibras secundarias de desperdicio de papel y cartón, que representaron el 85% del total de consumo fibroso, 763,000 toneladas de fibras forestales, que representaron el 14% y 30,000 toneladas de fibra de bagazo de caña, equivalentes al 0.6% (SEMARNAT, 2012).

De acuerdo con López y Enríquez (2011), las variedades del pasto *Pennisetum purpureum* Schumach., tienen como característica principal, ser las de mayor potencial de crecimiento y producción de biomasa en el mundo, destacando las siguientes características: a) son plantas forrajeras que presentan un hábito de crecimiento erguido, con cepas muy vigorosas y porte muy alto, b) todas son parecidas en su morfología, fisiología y manejo, y c) se adaptan a una gran variedad de condiciones edafoclimáticas dentro de las regiones tropicales (Araya y Boshine, 2005).

Desde el punto de vista físico y para fines industriales, el pasto *P. purpureum* se compone de 25% de fibra apta y seca (FAS), entre el 60 y 70% de humedad, 18 a 28% de sólidos solubles, del 0.5% al 1.5% de arenas, y el contenido de hoja es del 30 al 38%. Las propiedades químicas son: 45% de celulosa, 25% de hemicelulosa y 18% de lignina. Este tipo de pastos es una materia prima renovable, que es susceptible de convertirse en una alternativa sustentable para sustituir la fibra de madera, o de bagazo de caña, para la elaboración y producción de papel, que en la actualidad no es rentable por los altos costos del petróleo, y por el impacto ambiental que genera.

Por lo anterior, en la localidad de La Candelaria, municipio de Medellín, Veracruz, se evaluaron ocho variedades de *P. purpureum* con el objetivo de determinar el potencial para la producción de FAS empleada en la elaboración de papel en tres fechas de corte.

## **Materiales y métodos**

### **Localización**

La investigación se realizó en la localidad de La Candelaria, municipio de Medellín, Veracruz, en las coordenadas 19°03´ de latitud norte y 96°09´ de longitud oeste, a una altitud de 52 m. El clima es cálido-húmedo-extremoso, con una temperatura promedio de 25.3°C y precipitación pluvial media anual de 1,418 mm (García, 2004). El tipo de suelo del sitio experimental es un vertisol (arcilla arenosa), con pH de 5.74, bajo contenido de materia orgánica (0.95%), nitrógeno, fósforo, potasio y zinc; y adecuado en calcio, manganeso, hierro, cobre y magnesio.

### **Establecimiento del experimento**

El experimento se estableció bajo el diseño de bloques al azar con ocho tratamientos de *P. purpureum* (variedades: Taiwán, Maralfalfa, OM-22, Urocowona, Camerún, King Grass, Caña Africana y CT-115.) y tres repeticiones. Antes del establecimiento del experimento, el terreno se barbechó a una profundidad de 80 cm, y se dio doble paso de rastra en forma cruzada, y surcado a 1.30 cm. Los tallos utilizados como semillas se colocaron de forma horizontal depositándolos y tapándolos en el fondo del surco en forma de “punta y cola”.

### **Control de malezas y plagas**

El control de malezas se realizó mediante la aplicación en preemergencia del herbicida imazapic, en dosis de 32 g/100 L de agua y picloram a 175 mL/20 L de agua a los 25 días después del establecimiento. Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del experimento fueron: barrenador de tallo (*Diatraea saccharalis*), gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*) y mosca pinta (*Aeneolamia contigua*), las cuales se controlaron con malathion en dosis de 50 mL/20 L de agua.

### **Fertilización**

El experimento se fertilizó de forma manual con la dosis de 250-150-250 kg/ha de N, P, K, utilizando como fuentes urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio. Se depositó la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y todo el potasio a los 30 días después de la siembra a una

distancia de 10 cm de la base de la cepa, mientras que la segunda mitad del nitrógeno se aplicó a los 60 días después de la siembra (DDS).

### **Variables evaluadas**

1. Germinación de yema: a partir del establecimiento del experimento y hasta los 20 DDS, se evaluó de forma manual el porcentaje de germinación de yemas en todos los tratamientos. 2. Altura de planta: se midieron diez plantas al azar dentro de la parcela útil, con una regla de madera graduada de 4 m de longitud. La medición se realizó colocando la regla de madera desde la base de la cepa hasta la primera hoja erecta de la planta. 3. Diámetro del tallo: se tomaron al azar 10 tallos completos, a los cuales se les midió el diámetro polar y ecuatorial debido a que son elípticos; el resultado fue dividido entre dos para obtener un promedio del tallo en los tres tercios de la planta. Las primeras medidas se realizaron a 10 cm de la base del tallo, las segundas en la parte media de la caña y las terceras a 10 cm de la parte superior del tallo fibroso respectivamente. 4. Número de tallos por cepa: cada 15 días y hasta antes de la cosecha se tomó la lectura de tallos fibrosos por metro lineal de surco con tres lecturas por tratamiento y repetición. 5. Número de yemas por tallo: al corte del pasto por tratamiento (cosecha a 120, 150 y 180 DDS), se tomaron diez plantas al azar y se contaron las yemas que contenía cada tallo cortado a 10 cm del suelo y hasta el cogollo de cada planta. 6. Rendimiento: el experimento se cosechó en tres etapas (120, 150 y 180 DDS), cortando una superficie de 3 metros lineales de los surcos centrales; en cada muestreo el corte se realizó a una altura promedio de 10 cm. Posteriormente, el material cosechado se pesó en una báscula de reloj; del peso total por tratamiento en cada muestreo se tomó una submuestra de 1 kg de planta completa, a la cual se le cortó el cogollo y se pesó para obtener peso verde de tallo y cogollo por separado y con ello obtener la variable relación tallo/hoja. Una vez separada, ésta se colocó en una bolsa de papel y se introdujo a una estufa de aire forzado por 48 h a 85°C, hasta que alcanzó el peso constante. Posteriormente, se pesó en base seca, para cuantificar el rendimiento de materia seca/ha (RMS). Se analizó una muestra de cada variedad y cada fecha de corte, en Orizaba Veracruz, para la determinación de FAS.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete con el Paquete de Diseños Experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 2.5. Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 5%.

## Resultados y discusión

En la Figura 1, se muestra el perfil de suelo y la descripción del análisis de suelos realizado en el INIFAP antes del establecimiento del experimento. La profundidad efectiva del suelo es de 1.8 m, lo cual de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas es considerado un suelo adecuado para este tipo de cultivos.



**inifap** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

SAGARPA

CAMPO EXPERIMENTAL COTAXTLA  
LABORATORIO DE FERTILIDAD DE SUELOS Y NUTRICIÓN VEGETAL

Km 34 Car. Libre Veracruz-Córdoba, Apdo. Postal 429, C.P. 91700 Tlax. y Fax: 01(229) 262-22-32 y 262-22-33  
01 900 988 2222, EXT 87237 M.C. ANDRÉS VÁSQUEZ HERNÁNDEZ

PRODUCTOR: GRUPO PAPELERO SCRIBE, S. A DE C. V.	
IDENTIFICACION: #14 ID: 3712-LOTE: 9. MONICA CONCEPCIÓN. UBICACIÓN: EXPERIMENTO INNOVAK	
NO. DE LAB.: 2015.053	CULTIVO: PASTO TAIWAN

DETERMINACIÓN		CONTENIDO	CLASIFICACIÓN AGRONÓMICA	REFERENCIA Norma Oficial Mexicana
Textura (Bouyoucos)	Arena	51.20 %	ARCILLA ARENOSA	NOM 021 RECNAT 2000 AS-09
	Arcilla	36.60 %		
	Limo	12.00 %		
pH agua(1:2)		5.74	MODERADAMENTE ACIDO	NOM 021 RECNAT 2000 AS-02
Materia orgánica (W.B.)		0.95 %	POBRE	NOM 021 RECNAT 2000 AS-07
Nitrógeno inorg. (NH <sup>4+</sup> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		8 mg/kg	POBRE	NOM 021 RECNAT 2000 AS-08
Fósforo extraíble ( Bray P-1)		17.6 mg/kg	POBRE	NOM 021 RECNAT 2000 AS-11
Potasio intercambiable		74 mg/kg	POBRE	NOM 021 RECNAT 2000 A-12
Calcio intercambiable		2062 mg/kg	ALTO	NOM 021 RECNAT 2000 AS-12
Magnesio intercambiable		495 mg/kg	ALTO	NOM 021 RECNAT 2000 AS-12
Hierro extraíble (DTPA)		8.03 mg/kg	ADECUADO	NOM 021 RECNAT 2000 AS-14
Cobre extraíble (DTPA)		0.80 mg/kg	ADECUADO	NOM 021 RECNAT 2000 AS-14
Zinc extraíble(DTPA)		0.18 mg/kg	DEFICIENTE	NOM 021 RECNAT 2000 AS-14
Manganeso extraíble( DTPA)		5.40 mg/kg	ADECUADO	NOM 021 RECNAT 2000 AS-14
FECHA: 13 DE ABRIL DE 2015				

*Andrés Vásquez Hernández*

Figura 1. Perfil de suelo y detalles del análisis químico del predio donde se estableció el experimento de variedades de *P. purpureum*.

En los Cuadros 1 y 2 se muestran los resultados estadísticos con su respectiva prueba de comparación de medias de las variables altura de planta completa y la altura del tallo fibroso realizada a los 120, 150 y 180 DDS, encontrando que la variedad OM-22 fue superior en esta variable en todas las mediciones realizadas con respecto al resto de los tratamientos.

Cuadro 1. Altura de la planta a 120, 150 y 180 días después de la siembra (DDS).

Tratamientos	Variedad	Altura de planta (cm)		
		120 DDS	150 DDS	180 DDS
1	Taiwán	297.5 b	334.6 b	341.8 b
2	King Grass	301.5 b	343.6 b	335.1 b
3	Camerún	289.3 b	337.6 b	336.6 b
4	Urockowona	302.0 b	341.3 b	329.9 b
5	Caña Africana	298.4 b	330.3 b	360.3 b
6	Maralfalfa	271.5 c	295.3 c	311.8 c
7	CT-115	308.3 b	290.3 c	330.8 b
8	OM-22	334.6 a	382.5 a	399.3 a
	S <sup>2</sup>	0.51	0.6	0.62
	CV (%)	7.07	8.94	7.8

Cuadro 2. Altura del tallo fibroso a 120, 150 y 180 días después de la siembra (DDS).

Tratamientos	Variedad	Altura de tallo fibroso (cm)		
		120 DDS	150 DDS	180 DDS
1	Taiwán	171.4 a	223.6 c	226.6 b
2	King Grass	179.5 a	275.5 b	221.8 b
3	Camerún	169.2 a	244.3 b	216.6 c
4	Urockowona	174.9 a	243.1 b	226.7 b
5	Caña Africana	191.5 a	242.9 b	247.3 b
6	Maralfalfa	166.3 a	233.6 c	229.6 b
7	CT-115	219.8 a	230.6 c	232.1 b
8	OM-22	239.3 a	309.6 a	292.8 a
	S <sup>2</sup>	0.6	0.67	0.62
	CV (%)	14.5	10	10.4

Para altura del cogollo a los 120 DDS no se tuvieron diferencias estadísticas; sin embargo, a los 150 DDS la variedad Urockowona presentó una longitud mayor del cogollo (105.8 cm), seguida de King Grass (105.6 cm) con respecto a las variedades CT-115 (66.8 cm) y Maralfalfa (82.1 cm), que presentaron la menor longitud. Para fines ganaderos es bueno que los pastos cuenten con una buena longitud de cogollo; sin embargo, para fines industriales de extracción de fibra y celulosa no es deseable, debido que en la fábrica la hoja se convierte en un problema grave durante el proceso de extracción. Los valores encontrados de la relación hoja/tallo, reflejan la gran diferencia en la medición de la altura de la planta, donde sorprendentemente las variedades Maralfalfa y CT-115 no alcanzaron una altura sobresaliente, mientras que OM-22 mostró un incremento en las tres cosechas evaluadas. Lo anterior coincide con Martínez *et al.* (2009; 2010), quienes indicaron que la obtención de una alta proporción de hojas es el resultado de dejar al pasto más tiempo en el campo.

Para la variable peso de la planta con hojas, no se presentaron diferencias estadísticas significativas a los 120 y los 150 DDS; sin embargo, a los 180 DDS, el peso mayor se obtuvo con OM-22 con 856.8 g, lo cual coincide con lo reportado por Martínez, *et al.* (2010), quienes evaluaron diversos materiales en condiciones similares. Por otra parte, en los resultados obtenidos para la variable, peso de la planta sin hojas, se encontró que aunque a los 120 y 150 DDS no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, a los 180 DDS sobresalió la variedad OM-22 con un peso promedio por plantas sin hojas de 536 g, seguida de las variedades Caña Africana, Urockowona, Taiwán, y CT-115 con un peso por planta sin hojas de 451.6, 444.6, 431.5 y 420.5 g, respectivamente. Para la variable tallos desarrollados por cepa, se encontró que a los 120 y 150 DDS no hubo diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, a los 180 DDS, la variedad Camerún sobresalió del resto de los tratamientos; aunque en la última medición la variedad OM-22 mostró el menor número de tallos cosechables, éstos mostraron una mayor altura y peso con respecto al resto de las variedades evaluadas, lo cual repercute directamente en el rendimiento de campo. Cabe mencionar que este tipo de pastos tienen un comportamiento similar en esta variable, ya que como se observó, al inicio de los muestreos se tenían cepas de más de 100 tallos, los cuales en su mayoría

mueren por competencia, logrando desarrollarse solamente los más fuertes, que son los tallos cosechables para la extracción de fibra. En las tres fechas de muestreo no hubo diferencias significativas para la variable biomasa total en 3 m de surco; sin embargo, en el tercer muestreo a los 180 DDS, se observó un incremento de esta variable para las variedades Caña Africana, CT-115 y OM-22 con 50.1, 45.1 y 45.8 kg de biomasa total cosechada (tallos, hojas y cogollo), respectivamente. Este indicador no es un factor determinante para los objetivos de las empresas papeleras, ya que en algunos casos este incremento de la biomasa total es por la gran cantidad de hojas y cogollos en vez de tallos fibrosos, los cuales son los que requieren las empresas papeleras para la producción de fibra y celulosa.

Finalmente, un factor importante para determinar si una variedad es buena o no para la producción de fibra y celulosa es su concentración de FAS. De acuerdo con análisis preliminares, el momento de mayor concentración de fibra es a los 180 DDS. En el Cuadro 3 se indica la concentración de fibra en cada una de las variedades en las tres fechas de corte. Resalta la variedad OM-22 con 26.7% de FAS en comparación con la variedad Taiwán con 17.89% de FAS.

Cuadro 3. Porcentaje de FAS de variedades de *P. purpureum* a los 120, 150 y 180 días después de la siembra (DDS).

Variedad	120 DDS	150 DDS	180 DDS
Taiwán	18.62	12.66	17.89
King Grass	21.10	15.19	19.29
Camerún	15.55	17.21	24.33
Urockowona	12.07	20.16	23.77
Caña Africana	18.26	20.94	24.38
Maralfalfa	16.03	16.70	24.91
CT-115	14.74	19.61	22.61
OM-22	16.39	14.14	26.75



## Conclusiones

1. La variedad OM-22 presentó el mayor contenido de FAS con 26.7%, por lo que se recomienda tanto para fines industriales, así como para alimentación de ganado. 2. Las principales ventajas de esta variedad es que no tiene tricomas en sus hojas, presenta tolerancia al acame, entrenudos superiores a 20 cm y se considera una variedad de ciclo temprano a intermedio. 3. A los 150 y 180 DDS, la relación tallo/hoja fue en promedio de 70/30 en todos los tratamientos.

## Literatura citada

Araya M., M. y Boshine F., C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 16(1):37-43.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1993 conservación y empleo de recursos genéticos. La diversidad de la naturaleza: un patrimonio valioso. Roma, Italia. 20 p.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F. 217 p.

Herrera A., Y. y Cortés O., A. 2009. Diversidad de las gramíneas de Durango, México. *Polibotánica* 28:49-68.

López G., I. y Enríquez Q., J. F. 2011. Paquete tecnológico zacate *Pennisetum purpureum*. Establecimiento y Producción. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur- Sureste de México. Trópico Húmedo 2011. SEMARNAT. INIFAP. 7 p.

Martínez R., O., Herrera R., S., Tuero, R. y Padilla C., R. 2009. Hierba elefante, variedades Cuba CT-115, Cuba CT-169 y Cuba OM-22 (*Pennisetum* sp.). *ACPA* 2:44-47.

Martínez R., O., Tuero, R., Torres, V. y Herrera R., S. 2010. Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM-2 y king grass

durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 44(2):189-193.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. *Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México. 2004-2009*. CONAFOR. Zapopan, Jal., México. 212 p.

## DIAGNÓSTICO DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR DE LA ZONA DE ABASTO DEL INGENIO TRES VALLES, EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Esqueda Esquivel Valentín A.<sup>1\*</sup>, Zetina Lezama Rigoberto<sup>1</sup>, Capetillo Burela Ángel<sup>1</sup>,  
López Vázquez María Enriqueta<sup>1</sup> y Reynolds Chávez Marco Antonio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. esqueda.valentin@inifap.gob.mx

### RESUMEN

El Programa de Desarrollo Territorial (PRODETER) fue implementado por el Gobierno Federal en 2019. El PRODETER 24 Papaloapan, está constituido por los municipios de Tlaxiaco, Tierra Blanca, Tres Valles y Cosamaloapan de Carpio, localizados en el sur del estado de Veracruz. En este PRODETER, se conformaron seis cadenas productivas, entre ellas, la de caña de azúcar. Uno de los entregables del componente de investigación del PRODETER fue la elaboración de un diagnóstico técnico-productivo de las unidades de producción familiar. Para la elaboración del diagnóstico de esta cadena, en enero de 2020 se aplicaron encuestas a 20 productores de caña de azúcar (20% del total) de 13 localidades de los municipios de Tres Valles, Tierra Blanca y Cosamaloapan, de Carpio, Ver. Los principales problemas detectados fueron: 1. las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 ocupan al menos 80% de la superficie cañera. 2. Afectación en el desarrollo y rendimiento del cultivo por temperaturas extremas en el ciclo. 3. No se acostumbra realizar análisis físico-químico del suelo, por lo que las fórmulas y dosis de fertilización son muy variables. 4. Las principales especies de malezas son: el zacate peludo [*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton], el zacate pata de pichichi [*Echinochloa colona* (L.) Link], el zacate Johnson [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] y el coquillo (*Cyperus rotundus* L.). Se usan herbicidas con pocos modos de acción, lo que incrementa el riesgo de aparición de biotipos con resistencia a herbicidas. 5. Las moscas pintas (*Aeneolamia postica* Walker o *Prosapia simulans* Walker) son la principal plaga del cultivo, siendo también importantes las ratas (*Sigmodon* sp.), ratones (*Oryzomys* sp.) y el gusano barrenador (*Diatraea saccharalis* Fab.) 6. El 15% de las siembras presentan problemas por el carbón o tizón negro del follaje, cuyo agente causal no se ha determinado.

**Palabras clave:** *Saccharum officinarum* L., variedades, fertilización, plagas y enfermedades, malezas.

## **Introducción**

México ocupa el sexto lugar en el mundo como productor de azúcar (Marín *et al.*, 2018). En el país, la caña de azúcar se produce en 227 municipios de 15 entidades federativas (Aguilar *et al.*, 2012), siendo el estado de Veracruz en donde se tiene la mayor superficie sembrada, así como el mayor número de ingenios (CONADESUCA, 2017).

A fines de 2019, en el país se tenía una superficie sembrada con caña de azúcar de 843,650 ha, de las cuáles 768,414 ha se habían cosechado, obteniéndose un rendimiento promedio de 75.38 t/ha (SIAP, 2020a). En ese año, en el estado de Veracruz, se tenían sembradas 302,298 ha con este cultivo, siendo Tres Valles, Cosamaloapan de Carpio y Tierra Blanca los municipios de mayor superficie sembrada, con 23,400, 22,300 y 17,900 ha, respectivamente (SIAP, 2020b).

Debido a que, en los municipios antes mencionados, la caña de azúcar se desarrolla en condiciones de temporal, generalmente se obtienen rendimientos bajos. En 2019, los rendimientos promedio de campo, fueron de 62.50, 52.88 y 68.28 t/ha, para Tres Valles, Cosamaloapan de Carpio y Tierra Blanca, respectivamente (SIAP, 2020b). Por comparación, el rendimiento promedio estatal en ese año fue de 59.221 t/ha, mientras que el nacional fue de 68.995 t/ha (SIAP, 2020b).

En 2019 el Gobierno Federal a través de la SADER, en concurrencia con el Gobierno del Estado de Veracruz, a través de la SEDARPA lanzaron el Programa de Desarrollo Territorial (PRODETER), con el objetivo de incrementar la productividad, la inocuidad y el ingreso de los productores. Uno de los entregables del componente de investigación del PRODETER fue la elaboración de un diagnóstico técnico-productivo de las unidades de producción familiar.

El PRODETER 24 Papaloapan está constituido por los municipios de Tlaxicoyan, Tierra Blanca, Tres Valles y Cosamaloapan de Carpio, localizados en el sur del estado de Veracruz. Los climas predominantes en los municipios que conforman el PRODETER 24 Papaloapan son del tipo cálido subhúmedo (Aw), predominando Aw<sub>1</sub> (humedad intermedia) y Aw<sub>2</sub> (humedad alta) (García, 2004). Los suelos dominantes son los Vertisoles pélicos, que se presentan en alrededor del 90% del municipio de Tierra Blanca, el 70% del municipio de Tlaxicoyan y el 40% de los municipios de Tres Valles y Cosamaloapan de Carpio. Los Feozem háplicos le siguen en orden de importancia, ocupando alrededor del 50% de la superficie del municipio de Tres Valles, 35% del de Cosamaloapan de Carpio y 10% del de Tierra Blanca.

En este territorio se inscribieron seis cadenas productivas: arroz de riego, caña de azúcar, maíz, limón persa, ganado y coco, para ser beneficiadas con proyectos de inversión. En este trabajo se presentan los resultados más relevantes del diagnóstico técnico-productivo de la cadena caña de azúcar.

## **Materiales y métodos**

Se seleccionaron al azar 20 productores de la cadena caña de azúcar (20% del total), que pertenecen a 13 localidades: La Esperanza, Los Macuiles, La Guadalupe, Nuevo Mondongo, Pueblo Nuevo, Rancho Nuevo, Nuevo Platanal, Laguna Verde, Nuevo Los Ángeles y El Ojochal del municipio de Tres Valles, El Porvenir y Joya de la Pita del municipio de Tierra Blanca y La Asunción del municipio de Cosamaloapan.

Con apoyo de extensionistas, en enero de 2020, se les aplicó una encuesta de 86 reactivos, cubriendo los siguientes aspectos: I. Datos generales del productor, II. Información de la Unidad de Producción Familiar, III. Información de servicios de apoyo para el cultivo de caña de azúcar, IV. Condiciones climáticas y edáficas para el cultivo de caña de azúcar, V. Tecnología de producción de la caña de azúcar, VI. Problemas limitantes por etapa fenológica, VII. Limitantes técnicas y/o infraestructura VIII.

Problemas en el área de comercialización, IX. Problemática de la región, X. Disponibilidad de infraestructura y equipo, y XI. Necesidades de capacitación. La información obtenida de las encuestas se concentró en bases de datos de Excel, para facilitar su análisis y la elaboración de cuadros y gráficas.

## **Resultados y discusión**

El 95% de los productores de caña de azúcar pertenecen al género masculino y sólo el 5% al género femenino. El 80% de los productores encuestados son mayores de 51 años, mientras que en el 15%, el rango de edad varía entre 40 y 50 años, y solamente el 5% de los productores es menor de 40 años. El nivel general de escolaridad de los productores puede considerarse bajo, ya que solamente el 15% terminaron la preparatoria o tienen estudios de licenciatura.

El 80% de los productores se ha dedicado al cultivo de la caña de azúcar por al menos 16 años, entre los cuales, un 30% la ha cultivado por más de 36 años. Solamente un 20% tiene 15 años o menos, dedicándose a este cultivo. De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que la mayoría son productores muy experimentados en el manejo del cultivo. El 5% de los productores siembra entre 1 y 5 ha con caña de azúcar, mientras que el porcentaje de aquellos que siembran entre 6 y 10 ha es de 55%. Otro 15% siembra entre 11 y 15 ha, y un 25% tiene entre 16 y 20 ha.

Los principales problemas técnicos encontrados en la cadena agroalimentaria caña de azúcar fueron los siguientes:

1. En conjunto, las variedades CP 72-2086 y Mex 69-290 ocupan al menos 80% de la superficie cañera del PRODETER 24 Papaloapan (CONADESUCA 2016b), mientras que, la variedad ITV 92-1424, liberada por el Ingenio Tres Valles, ocupa individualmente el 10% de la superficie (CONADESUCA 2016a). Aunque las dos primeras variedades tienen buenos rendimientos de campo y de fábrica, en muchas ocasiones se encuentran mezcladas con otros materiales, lo que afecta la uniformidad en la madurez del lote.

Además, al depender casi exclusivamente de dos variedades, en caso de presentarse infestaciones de plagas o enfermedades de difícil control, se podrían tener pérdidas considerables en la producción.

2. En los municipios de Tierra Blanca, Tres Valles y Cosamaloapan, las siembras de caña de azúcar se establecen entre los meses de septiembre y diciembre y se cosechan entre los meses de julio y agosto, siendo su ciclo de cultivo de aproximadamente 12 meses. Durante los meses invernales el cultivo puede experimentar periodos de temperaturas bajas, mientras que, en los periodos de primavera y verano, puede haber periodos con temperaturas relativamente altas, superiores a 38°C y además se disminuye la concentración de azúcares y se incrementa la infestación de plagas, mientras que con temperaturas menores a 21°C se retarda el crecimiento de los tallos y aumenta la concentración de sacarosa (Unigarro, 2014; CONADESUCA 2015).

3. En el cultivo de caña de azúcar no es común que se realicen análisis físico-químicos del suelo, lo que conlleva que se apliquen diferentes tratamientos de fertilizantes, sin tener un respaldo de los nutrientes que requiere el cultivo, y en que época o cantidad deben aplicarse. Además, el uso casi exclusivo de fertilizantes químicos ha ocasionado la mineralización de los suelos, y un alto riesgo de contaminación de los mantos freáticos, (Landeros-Sánchez *et al.*, 2016), siendo necesario incrementar los contenidos de materia orgánica para mejorar su fertilidad e incrementar su capacidad de retención del agua de lluvia.

4. El zacate peludo [*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton] se presenta en el 50% de los terrenos, lo que lo convierte en la especie de maleza con mayor presencia en la región (Esqueda, 2005), por lo que el 35% de los productores lo consideran como la maleza más importante; otro 35% le otorgan este lugar al zacate pata de pichichi [*Echinochloa colona* (L.) Link], el 10% al zacate Johnson [*Sorghum halepense* (L.) Pers.], el 10% al coquillo (*Cyperus rotundus* L.), el 5% al bejuco de tuza (especie no identificada) y el 5% al zacate camalote (*Paspalum fasciculatum* Willd. ex Flügge). Es importante resaltar, que la gran mayoría de los productores aplican los herbicidas diurón, ametrina,

hexazinona y 2,4-D, solos o mezclados entre sí. El modo de acción de los tres primeros herbicidas es la inhibición de la fotosíntesis, por lo que existe un alto riesgo de favorecer el desarrollo de biotipos de malezas resistentes, ya que se están sometiendo a las malezas a una alta presión de selección (Elahifard *et al.*, 2013). Aunque existen herbicidas con modos de acción diferentes, autorizados para su uso en caña de azúcar, su uso es muy bajo porque son más caros.

5. Para el 75% de los productores, las moscas pintas (*Aeneolamia postica* Walker o *Prosapia simulans* Walker) del orden Homoptera, son la principal plaga del cultivo (Hernández-Rosas y Figueroa, 2011), para el 15%, son las ratas y ratones (*Sigmodon* sp., *Oryzomys* sp.) (Vásquez *et al.*, 2013) y para el 10%, la principal plaga es el gusano barrenador (*Diatraea saccharalis* Fab.) del orden Lepidoptera (Rodríguez *et al.*, 2012). Aunque en este cultivo es común el control del gusano barrenador mediante la aplicación de los insecticidas biológicos formulados con los hongos *Beauveria bassiana*, y *Metarhizium anisopliae* (Badilla, 2002), para las demás plagas todavía se utilizan insecticidas organofosforados y carbamatos, extremadamente tóxicos para la fauna silvestre y los humanos. El 20% de los productores manifestó tener dificultades para controlar la mosca pinta, el 10% a los roedores y el 5% al gusano barrenador, lo cual indica que en general, se puede considerar que todavía no se tienen problemas de desarrollo de biotipos con resistencia a insecticidas.

6. Se determinó que el 15% de las siembras presentan problemas por el carbón o tizón negro del follaje, cuyo agente causal no se ha determinado. Esta enfermedad se presentó por primera vez en México en el municipio de Cosamaloapan de Carpio en 2011. Las plantas enfermas presentan pudrición seca de raíz y tallo, así como clorosis y marchitez del follaje y muerte prematura.

En el Cuadro 1, se enlistan los principales problemas por etapa fenológica indicados por los productores de caña de azúcar del PRODETER 24 Papaloapan.

Cuadro 1. Problemas del cultivo por etapa fenológica.

Siembra	Desarrollo vegetativo	Madurez fisiológica	Cosecha
---------	-----------------------	---------------------	---------



Escasez de humedad (55%)	Escasez de humedad (30%)	Escasez de humedad (10%)	Ataque de roedores (10%)
-	Ataque de plagas (20%)	Ataque de plagas (10%)	Cosecha a destiempo (5%)
-	Infestación de malezas (10%)	Ataque de roedores (5%)	-
-	Falla en población (5%)	-	-
No tienen problema (45%)	No tienen problema (35%)	No tienen problema (75%)	No tienen problema (85%)

El número entre paréntesis corresponde al porcentaje del total de productores que indicaron tener ese problema.

De acuerdo con la información, en las etapas de desarrollo vegetativo y de siembra es cuando se tienen mayores problemas, mientras que, las etapas de madurez fisiológica y cosecha son donde menos problemas se presentan.

## Conclusiones

1. En el PRODETER 24 Papaloapan, la superficie sembrada con caña de azúcar se desarrolla casi exclusivamente en condiciones de temporal, por lo que la producción está estrechamente ligada a la cantidad y distribución de las lluvias recibidas y en general, los rendimientos son menores a la media nacional 2. Es preocupante la poca asesoría técnica y capacitación que reciben los productores, lo que se refleja en un manejo tradicional del cultivo, y ausencia de innovaciones que pudieran incrementar la productividad. 3. No se acostumbra a hacer análisis de suelos, por lo que el cultivo se fertiliza basado en fórmulas que se han utilizado por muchos años, pero que no siempre son las más adecuadas. 4. El hecho de que las siembras de caña de azúcar dependan principalmente de dos variedades ocasiona una situación de riesgo, ya que, de presentarse plagas o enfermedades de difícil control, podrían tener un efecto devastador 5. Existe una fuerte dependencia de los herbicidas para el control de malezas, pero no existe el conocimiento del modo de acción de los mismos, por lo que

no se toman las precauciones de realizar rotaciones para reducir el riesgo de la aparición de biotipos de maleza resistentes.

### **Literatura citada**

Aguilar, N., Rodríguez, D., Enríquez, V., Castillo, A. and Herrera, A. 2012. The Mexican sugarcane industry: overview, constraints, current status and long-term trends. *Sugar Tech* 14(3):207-222.

Badilla F., F. 2002. Un programa exitoso de control biológico de insectos plaga de la caña de azúcar en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 64:77-87.

CONADESUCA (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar). 2015. Ficha técnica del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). México, D. F. 19 p.

CONADESUCA (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar). 2016a. Nuevas variedades de caña de azúcar. Nota informativa sobre innovaciones en materia de productividad del sector. México, D. F. 16 p.

CONADESUCA (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar). 2016b. Variedades con mejores rendimientos de las zonas cañeras en México. Nota Técnica Informativa. México, D. F. 7 p.

CONADESUCA (Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar). 2017. Caña de Azúcar Mexicana. Ciudad de México, México. 11 p.

Elahifard, E., Ghanbari, A., Mohassel, M. H. R., Zand, E., Kakhki, A. M. and Mohkami, A. 2013. Characterization of triazine resistant biotypes of junglerice [*Echinochloa colona* (L.) Link.] found in Iran. *Australian Journal of Crop Science* 7(9):1302-1308.

Esqueda E., V. A. 2005. Efecto de herbicidas sobre plantas y semillas de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W. Clayton en caña de azúcar. *Agronomía Mesoamericana* 16(1):45-50.

García, E. 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana)*. 5ª ed. Serie Libros Núm. 6. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F. 90 p.

Hernández-Rosas, F. y Figueroa, R. K. A. 2011. Barrenador (*Diatraea saccharalis*) y mosca pinta (*Aeneolamia* spp.; *Prosapia* spp.) en caña de azúcar y sus enemigos naturales. *Agroproductividad* 4(3):3-9.

Landeros-Sánchez, C., Moreno-Seceña, J. C., Castañeda-Chávez, M. R., Lango-Reynoso, F., Hernández-Pérez, J. M., Hernández-Lara, O. *et al.* 2016. Manejo del nitrógeno en la caña de azúcar de la zona centro de Veracruz, México. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* 2(1):43-52.

Marín F., R., Moreno M., A., Farias, A., Villegas, F., Rodríguez B., J. M. y van den Berg, M. 2018. Modelación de la caña de azúcar en Latinoamérica: Estado del arte y base de datos para parametrización, EUR 29018 ES. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. Luxemburgo. 57 p.

Rodríguez B., L. A., Loredó P., R., Mata V., H. y Ávila V., J. 2012. Manejo integrado de barrenadores en caña de azúcar en el sur de Tamaulipas. Folleto Técnico No. 53. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tam., México. 18 p.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020a. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por cultivo. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do) [Consultado el 15 de julio de 2020].

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020b. Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por estado. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do) [Consultado el 15 de julio de 2020].

Unigarro M., C. A. 2014. Efecto de las variables edafoclimáticas y biométricas sobre el contenido de sacarosa de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca. Tesis de maestría. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. 93 p.

Vásquez L., I., Lorenzo M., C. y Bolaños C., J. 2013. Roedores habitantes de los agroecosistemas cañeros. Guía de Campo. Fundación de la Universidad Veracruzana, A. C. Xalapa, Ver., México. 189 p.



## VARIETADES Y DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO DEL CULTIVO DE JAMAICA (*Hibiscus sabdariffa* L.) EN EL CENTRO DE VERACRUZ

Becerra Leor Enrique Noé<sup>1\*</sup>, Rosas González Xóchitl<sup>1</sup> y Esqueda Esquivel Valentín A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. becerra.noe@inifap.gob.mx

### RESUMEN

El cultivo de Jamaica en México se siembra principalmente en los estados de Guerrero, Michoacán y Oaxaca en la vertiente del Océano Pacífico, donde se obtienen bajos rendimientos (265 kg/ha de cálices secos), por lo que no se satisface la demanda nacional, siendo necesario su importación. En los estados productores este cultivo es afectado significativamente por plagas y principalmente, por enfermedades, siendo necesario la utilización de agroquímicos, para disminuir sus daños. Para disminuir la dependencia del exterior, se requiere que este cultivo se produzca en otros estados, donde aún no se tienen graves problemas parasitológicos. Por lo anterior, en el centro del estado de Veracruz se realizó la caracterización morfológica y se evaluó el potencial productivo de dos variedades: Jersey y Corona y tres materiales criollos: Criollo de Veracruz, Criollo de Guerrero y Criollo de Sinaloa. También se identificaron las principales plagas y enfermedades que se presentaron en el ensayo, como en siembras comerciales. Los resultados mostraron que con la variedad Jersey se pueden producir más de 2 t/ha de cálices secos y con los otros materiales, la producción es superior a 1 t/ha. Las principales plagas de la región son: la doradilla (*Diabrotica balteata*) en las primeras fases del cultivo y la chinche (*Dysdercus* sp.) en la etapa del llenado y maduración de cálices. La principal enfermedad es la “pata prieta”, causada por el hongo *Phytophthora parasitica* y la mancha húmeda, causada por *Pilidiella diplodiella*.

**Palabras clave:** Caracterización, materiales criollos, plagas, enfermedades.

## Introducción

La jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) pertenece a la familia Malvaceae y se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales del mundo; es originaria de la región comprendida entre India y Malasia y posteriormente se llevó a África oriental, Angola, Sudán y a otros países (Morton, 1987; Alarcón-Cruz *et al.*, 2012). Se desarrolla en clima cálido, con temperatura entre 25 y 30°C, precipitaciones entre 1,300 y 1,500 mm anuales, en altitudes entre 200 y 400 m. Se desarrolla mejor en suelos franco arenosos y franco arcillosos, ricos en materia orgánica, pH de 4.0 a 5.8, con topografía entre plana a ondulada; es resistente a la sequía y adaptable a lugares secos. Requiere de cuatro a ocho meses con temperaturas nocturnas arriba de 21°C y el rango de las temperaturas durante la estación de crecimiento debe estar entre 10 y 35°C. Un fotoperíodo de 13 h de luz del sol durante los primeros cuatro a cinco meses del crecimiento es esencial para prevenir la floración prematura (Pech, 2014)

Hasta hace pocos años, la jamaica mexicana era muy aceptada en los mercados nacional e internacional, pero su competitividad se ha reducido. Un factor que ocasionó esta situación fue que, los productores de otros países mejoraron la calidad de su producto y redujeron los precios (Galicia-Flores *et al.*, 2008).

En México la superficie sembrada de jamaica es de 18,654 ha, siendo los principales estados productores por superficie: Guerrero (14,294 ha), Michoacán (1,780 ha), Oaxaca (1,457 ha), Puebla (562 ha) y Campeche (203 ha) (SIAP, 2019). El rendimiento promedio de este cultivo es 265 kg/ha. Aunque la superficie cosechada y el rendimiento por unidad de superficie son bajos, los agricultores obtienen ingresos altos por su buen nivel de comercialización y el incremento en la demanda de este producto (Ariza-Flores *et al.*, 2014). Actualmente hay un creciente interés por los cálices de esta planta, debido a que en estudios se ha probado su efecto antioxidante por su contenido en antocianinas, y otros beneficios que expanden su uso al sector farmacéutico (Bobadilla-Carrillo *et al.*, 2016).

Con los volúmenes de producción actual en México, sólo se satisface el 40% de la demanda nacional, por lo que es necesario importar producto de China, Nigeria y Sudán, donde se utilizan agroquímicos y conservadores sintéticos. Además, la jamaica ya ha sido sujeta a un proceso de extracción de sus componentes químicos que determinan el color, aroma y el sabor, y sólo se importa prácticamente el bagazo (Castro 2002; Comité Nacional Sistema Producto Jamaica, 2012).

En Guerrero, el principal estado productor en México, los rendimientos son muy bajos (250 kg de cálices por hectárea). Para incrementar la producción y rentabilidad de este cultivo, el INIFAP ha desarrollado un paquete tecnológico con el que pueden alcanzarse rendimientos de 900 kg/ha con base en la siembra de nuevas variedades (Alejo, 2015).

Las plagas y enfermedades, principalmente estas últimas son uno de los factores que más afectan la producción, pudiendo llegar a ocasionar daños significativos o incluso la muerte de las plantas. Las principales enfermedades de este cultivo son: “pata prieta”, ocasionada por el hongo *Phytophthora parasitica*, pudrición del tallo, por *Fusarium oxysporum* y mancha foliar acuosa, por *Pilidiella diplodiella*. Recientemente se identificaron a los hongos *Aspergillus niger*, *F. oxysporum*, *Coniella* sp., *Corynespora* sp., *Curvularia* sp. y *Phoma* sp. como causantes de enfermedades que afectan principalmente a los cálices, y llegan a ocasionar pérdidas totales de la producción. (Amusa *et al.*, 2001; Correa *et al.*, 2011; Martínez-Sánchez, 2010; Ortega-Acosta *et al.*, 2015; Trujillo-Tapia y Ramírez-Fuentes, 2015).

Dado que, en México la producción de jamaica no es suficiente para satisfacer las necesidades del país, es necesario promover su siembra en regiones que no tienen tradición en este cultivo, para lo cual es necesario ofrecer al productor variedades que puedan hacerlo rentable y por tanto atractivo para el productor. Asimismo, es necesario determinar los problemas parasitológicos que pudieran presentarse en el cultivo, para prepararse con las herramientas de manejo y control adecuadas. El objetivo de este trabajo es determinar las características y rendimientos de dos variedades y tres materiales criollos de jamaica en el centro del estado de Veracruz.

## Materiales y métodos

El ensayo se condujo en el Campo Experimental Cotaxtla (CECOT) del INIFAP, en el municipio de Medellín, Veracruz. Se evaluaron dos variedades mejoradas: Jersey (originaria de Veracruz) y Corona (originaria de Sinaloa) y tres materiales criollos: Criollo de Veracruz, Criollo de Guerrero y Criollo de Sinaloa. La siembra se realizó a una distancia de 1.5 m x 1.5 m el 12 de agosto. De cada material se sembraron cuatro hileras con 20 plantas por surco de 30 m de longitud, sin repeticiones (Figura 1).



Figura 1. Lote de siembra de materiales de jamaica en el Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP.

Se evaluaron las siguientes variables en 15 plantas por material: 1. Fecha de inicio de floración, 2. Fecha de inicio de cosecha, 3. Número de frutos por rama, 4. Número de ramas por planta, 5. Número de frutos por planta, 6. Peso fresco de 25 frutos, 7. Peso de solamente los cálices, 8. Peso de la cápsula con las semillas, 9. Diámetro medio de la cápsula, 10. Peso seco de 25 cálices, 11. Distancia en la rama al primer cáliz, 12. Número de semillas por cápsula y 13. Producción estimada de cálices secos por hectárea.

Además, se hicieron recorridos en siembras comerciales de este cultivo para identificar las plagas y enfermedades, en las localidades de Palmas de Abajo en el municipio de



Actopan, El Limón en el municipio de Paso de Ovejas, Axochio en el municipio de San Andrés Tuxtla y La Víbora en el municipio de Tlaxicoyan, Veracruz. La identificación de los insectos se realizó mediante observaciones, colecta de insectos e identificación mediante claves y descripciones, mientras que, para las enfermedades se tomaron muestras de las partes afectadas y se observaron al microscopio estereoscópico. Al presentarse estructuras, se realizaron preparaciones y se observaron al microscopio compuesto; también se utilizaron claves y descripciones para su identificación (Barnett y Hunter, 2006).

## **Resultados y discusión**

Las variedades Jersey y Corona florecieron a los 41 y 51 días después de la siembra (dds), en tanto que, para florecer, los materiales criollos de Guerrero, Veracruz y Sinaloa requirieron de 82 a 89 dds. Las dos variedades también tuvieron el menor tiempo para inicio de cosecha, con 73 y 102 dds, respectivamente. En este aspecto, Criollo de Guerrero, Criollo de Sinaloa y Criollo de Veracruz requirieron de 158, 165 y 165 dds, lo cual se debe a que cuando se disminuye la luminosidad en los días de invierno, se induce la floración en los materiales criollos (Pérez, 2012; Pech, 2014). Lo anterior, contrasta con los resultados obtenidos en Oaxaca para la variedad Jersey acriollada, ya que en siembras en primavera verano requiere de 80.25 días a la primera flor y 115.25 días a la cosecha (Ovando-Cruz *et al.*, 2018).

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedio de las variables evaluadas. Jersey presentó la mayor cantidad de frutos por rama con 28.25 (Figura 2), mientras que Corona tuvo la menor cantidad con 14.36. De los materiales criollos, el Criollo de Sinaloa fue el que presentó el mayor número de frutos por rama con 25.71. Corona y Criollo de Guerrero contaron con el mayor número de ramas, con 26.55 y 26.22, respectivamente, siendo Jersey, la variedad que presentó el menor valor. En el número de frutos por planta, el Criollo de Sinaloa produjo más de 600, Corona menos de 400 y los demás materiales tuvieron producciones intermedias, con más de 500 frutos.



Figura 2. Aspecto de los frutos de la variedad de jamaica Jersey.

Cuadro 1. Características morfológicas y productivas de materiales de jamaica evaluados en el centro del estado de Veracruz.

Característica	Corona	Jersey	Criollo de Guerrero	Criollo de Sinaloa	Criollo de Veracruz
Número de frutos por rama	14.36	28.25	21.11	25.71	22.26
Número de ramas por planta	26.55	19.33	26.22	25.20	25.12
Número frutos por planta	381.25	546.07	553.50	647.89	559.17
Distancia en la rama al primer fruto (cm)	4.61	3.94	4.54	3.32	4.20
Peso total frutos con bellota y semillas (g)	420	298	162	138	142
Peso fresco cálices (g)	240	162	94	88	102
Peso seco cálices (g)	28	22	12	12	14
Peso cápsula con semillas (g)	174	132	68	40	38
Diámetro medio de la cápsula (cm)	3.09	3.34	2.71	2.15	.78
Número de semillas por cápsula	29.88	32.04	35.72	31.88	28.92
Producción de cálices secos (kg/ha)	1,897	2,133	1,177	1,377	1,390

En todos los materiales, el número de frutos por planta fue superior al reportado para cuatro materiales por Pérez (2012) en Sinaloa, los cuales variaron entre 205 y 352, lo cual es indicativo de que este cultivo tiene un potencial productivo alto en el centro del estado de Veracruz.

Corona, Criollo de Guerrero y Criollo de Veracruz sobrepasaron los 4 cm de altura al primer fruto; a su vez, Corona y Jersey obtuvieron los valores más altos en peso total de frutos, peso fresco y seco de cálices, peso fresco de la cápsula con semillas y diámetro medio de la cápsula en fresco, seguramente por ser materiales mejorados. En el número de semillas por cápsula Criollo de Guerrero, Jersey y Criollo de Sinaloa sobrepasaron las 35 semillas, y en la producción cálices secos, Jersey sobrepasó las 2 t/ha, siguiendo Corona, Criollo de Veracruz, Criollo de Sinaloa y Criollo de Guerrero. Estos rendimientos superan con mucho a los reportados para Guerrero de 265 kg/ha (Ariza-Flores *et al.*, 2014), aunque para Sinaloa la media es de 1.9 t/ha, por cultivarse bajo riego (SIAP, 2019).

La plaga más importante que se presentó en el ensayo fue la doradilla (*Diabrotica balteata*), sobre todo en los primeros estadios de la plántula; al crecer la planta, esta plaga deja de ser problema. La chinche (*Dysdercus* sp.) también se presentó en el cultivo; se alimenta de las semillas aun tiernas de la bellota, por lo que puede afectar su germinación. La pata prieta fue la más enfermedad más importante, ya que puede llegar a matar la planta (Ortega-Acosta *et al.*, 2015). También se encontró al hongo *F. oxysporum* afectando el tallo, lo cual ha también ha sido reportado por otros autores (Amusa *et al.*, 2001; Ploetz *et al.*, 2007; Correa *et al.*, 2011); la cenicilla causada por *Oidium* sp. se presentó al final del ciclo y no tuvo efecto en el rendimiento. Dado que aún no se presenta en Veracruz la enfermedad “manchado de cálices”, ocasionada por un complejo de hongos, esta entidad podría ser una buena opción para la siembra del cultivo, permitiendo a los agricultores obtener buenos rendimientos y mejorar su nivel de vida.

## Conclusiones

1. La variedad Jersey mostró buena adaptación a las condiciones ambientales del centro de Veracruz y produjo el mayor rendimiento de cálices. 2. Al hacerse los días cortos en invierno, las variedades criollas inician su floración, por lo que su ciclo es más tardío. 3. Todas las variedades y los materiales criollos evaluados pueden sembrarse en el centro del estado de Veracruz, produciendo rendimientos mayores a 1 t/ha. 4. Las plagas y enfermedades aun no son una limitante ya que la mayor incidencia solo se presentó en el ensayo dentro del Campo Cotaxtla, pero en menor incidencia en las siembras comerciales.

## Literatura citada

Alarcón-Cruz, N., Ariza, F. R., Barrios, A. A., Noriega, C. D. H. y Legaria, S. J. P. 2012. Exploración y caracterización morfológica de poblaciones de la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) del estado de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(3):601-609.

Alejo, J. A. 2015. Jamaica (monocultivo). p. 33-38. In: *Agenda Técnica Agrícola Guerrero*. SAGARPA. SENASICA. INIFAP. México, D. F.

Amusa, N. A., Kogbe, J. O. S. and Ajibade, S. R. 2001. Stem and foliar blight in roselle (*Hibiscus sabdariffa* L. var. *sabdariffa*) in the tropical forest region of south-western Nigeria. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76(6):681-684.

Ariza-Flores, R., Serrano-Altamirano, V., Navarro-Galindo, S., Ovando-Cruz, M. E., Vázquez-García, E., Barrios-Ayala, A. et al. 2014. Variedades mexicanas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) 'Alma Blanca' y 'Rosalíz' de color claro, y 'Cotzaltzin' y 'Tecoanapa' de color rojo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37(2):181-185.

Barnett, L. H. and Hunter, B. B. 2006. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4th ed. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA. 218 p.

Bobadilla-Carrillo, G. I., Balois-Morales, R., Valdivia-Reynoso, M. G., Machuca-Sánchez, M. L. y González-Torres, L. 2016. Factores precosecha, cosecha y poscosecha inherentes al cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.): Una revisión. Revista Bio Ciencias 3(4):256-268.

Castro, M. M. 2002. Análisis de comercialización de la jamaica al mercado de la Unión o Comunidad Europea. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo de Méx., México. 65 p.

Comité Nacional Sistema Producto Jamaica. 2012. Plan Rector Nacional Sistema Producto Jamaica. Versión 2012 para validación. SAGARPA. Tecnológico de Monterrey. 43 p.

[http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/nacionales/EXP\\_CNISP\\_JAMAICA/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR\\_CNISP\\_JAMAICA\\_%202012.pdf](http://dev.pue.itesm.mx/sagarpa/nacionales/EXP_CNISP_JAMAICA/PLAN%20RECTOR%20QUE%20CONTIENE%20PROGRAMA%20DE%20TRABAJO%202012/PR_CNISP_JAMAICA_%202012.pdf) [Consultado el 8 de septiembre de 2020].

Correa, S. E., Ortiz, G. C. F., Torres, C. M., Bautista, M. C. C., Rivera, C. M. C., Lagunes, E. L. C. *et al.* 2011. Etiología de la mancha acuosa de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en Tabasco, México. Revista Mexicana de Fitopatología 29(2):165-167.

Galicia-Flores, L. A., Salinas-Moreno, Y., Espinoza-García, B. M. y Sánchez-Feria, C. 2008. Caracterización físico-química y actividades antioxidantes de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. Revista Chapingo serie Horticultura 14(2):121-129.

Martínez-Sánchez, C. 2010. Etiología e incidencia de hongos asociados al manchado de cálices de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en Guerrero, México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Montecillo, Edo. de Méx., México. 88 p.

Morton, F. J. 1987. Roselle. p. 281-286. *In*: Fruits of warm climates. Florida Flair Books. Miami, FL, USA.

Ortega-Acosta, S. A., Hernández-Morales, J., Sandoval-Islas, J. S., Ayala-Escobar, V., Soto-Rojas, L. y Alejo-Jaimes, A. 2015. Distribución y frecuencia de organismos asociados a la enfermedad "Pata Prieta" de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), en Guerrero, México. Revista Mexicana de Fitopatología 33:173-194.

Ovando-Cruz, M. E., Salinas-Moreno, Y., Gálvez-Marroquín, L. A. Ortiz-Curiel, S. y Martínez-Bolaños, M. 2018. Evaluación y selección de genotipos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) bajo condiciones de temporal en Tututepec, Oaxaca, México. *Agroproductividad* 11(12):79-84.

Pech, C. A. J. 2014. Evaluación de fechas de siembra y densidades de población en jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en el estado de Quintana Roo. Informe final de Residencia Profesional (con opción a tesis). Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Juan Sarabia, Q. Roo, México. 37 p.

Pérez, V. L. 2012. Jamaica con potencial productivo y rentable para Sinaloa. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A. C. Fundación Produce Sinaloa. Culiacán, Sin., México. 18 p.

Ploetz, R. C., Palmateer, A. J., Geiser, D. M. and Juba, J. H. 2007. First report of fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* on roselle in the United States. *Plant Disease* 91(5):639.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Jamaica. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [Consultado el 10 de febrero de 2020].

Trujillo-Tapia, M. N. y Ramírez-Fuentes, E. 2015. Fitopatógenos asociados al manchado del cáliz de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Revista Iberoamericana de Ciencias* 2(4):57-62.

## CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE FRUTOS DE ACCESIONES DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.) DEL BANCO DE GERMOPLASMA DEL CAMPO EXPERIMENTAL COTAXTLA

Rosas González Xóchitl<sup>1\*</sup>, Jiménez Jiménez Magali<sup>2</sup>, Becerra Leor Enrique Noé<sup>1</sup> y  
Esqueda Esquivel Valentín A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Cotaxtla. CIRGOC. INIFAP. rosas.xochitl@inifap.gob.mx

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Comitancillo. Tecnológico Nacional de México.

### RESUMEN

En el estado de Veracruz, el cultivo de la guanábana (*Annona muricata* L.) ocupa una superficie de solamente 39 ha, aunque es muy común encontrarlo en condiciones de traspatio. En esta entidad se tienen zonas con alto potencial productivo para su siembra, pudiendo convertirse en una alternativa más rentable que los cultivos que actualmente se producen en ellas. Para promover su cultivo debe contarse con materiales productivos y con frutos de calidad. En el Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP, localizado en el municipio de Medellín, Ver., se cuenta con un banco de germoplasma con 19 accesiones de este frutal, que podrían liberarse como variedades. Sin embargo, no se había realizado su caracterización, por lo que de marzo a noviembre de 2018 se condujo un estudio con objeto de describir la morfología de los frutos, para diferenciar las accesiones y poder registrarlas. Se evaluaron en total 29 variables del fruto, aunque en este trabajo solamente se presentan las ocho más importantes. En ocho accesiones la forma del fruto fue cordiforme, en otras ocho oval y en tres, redondo. La longitud varió entre 17.8 y 22.2 cm, el diámetro entre 10.6 y 14.2 cm y el peso entre 0.94 y 1.66 kg. Por su parte el número de semillas viables por fruto osciló entre 27.8 y 73.6 y el número de frutos por árbol entre 13.66 y 49.33. La firmeza del fruto se cuantificó entre 1.7 y 2.5 kg/cm<sup>2</sup> y los sólidos solubles entre 11.1 y 16.2°Brix. Por su longitud, diámetro, número de semillas por fruto y contenido de sólidos solubles, sobresalen las accesiones Ta-C-8 y Ve-Co-8, que son candidatas para su registro como clones de guanábana para Veracruz.

**Palabras clave:** Evaluación, ecotipos, tamaño de fruto, sólidos solubles, Veracruz.

## Introducción

La guanábana (*Annona muricata* L.) se cultiva en 10 estados de la República Mexicana, siendo Nayarit, Michoacán y Colima, las principales entidades productoras, con 2,457, 423 y 392 ha sembradas, respectivamente (SIAP, 2019). El estado de Veracruz, tiene sólo 39 ha de siembras comerciales, aunque tiene una superficie potencial muy grande para su cultivo y es común encontrar árboles de guanábana en condiciones de traspatio (Rosas y Becerra, 2012). Los frutos de este árbol tienen gran aceptación entre los consumidores, por el sabor y aroma agradables de la pulpa, la cual se puede utilizar para la fabricación de helados, yogurts, mermeladas y concentrados (Granadino y Cave, 1994).

Debido a que en México no existen variedades de guanábana generadas en el país (Villarreal-Fuentes *et al.*, 2020), los productores se han visto en la necesidad de seleccionar los árboles con mayor productividad y calidad de fruta de sus plantaciones, a partir de los cuales, obtienen semilla sexual para establecer nuevas plantaciones. Por lo anterior, los frutos presentan una gran diversidad morfológica y en sus características químicas (Evangelista *et al.*, 2003).

Los estudios sobre la variabilidad fenotípica de la guanábana son importantes para emprender programas de selección y mejoramiento, con el fin de la obtención de cultivares. Por esta razón, diversos países han realizado selecciones y colectas de diferentes materiales de guanábana y han descrito las características de sus frutos (Morton, 1987).

En el año 2003 se estableció el banco de germoplasma de guanábana en el Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP, el cual cuenta con 19 accesiones, de las cuales, 14 proceden de colectas realizadas en huertos de la región central del estado de Veracruz, que se seleccionaron con base en las características de productividad y buena calidad de fruto, y cinco, son clones que se obtuvieron de la finca Las Lilas en Teapa, Tabasco. El banco se estableció para contar con materiales productivos y con frutos de calidad que puedan reproducirse vegetativamente y proporcionar varetas a los productores interesados en establecer huertos de guanábana o cambiar los árboles de los huertos ya existentes.



Antes de poner el material de las diferentes accesiones disponible para los productores, es necesario realizar la descripción morfológica y determinar la composición química de sus frutos, para tener la seguridad de ofrecer aquéllos con las características que más demandan los consumidores. En México se han realizado diversos estudios de caracterización de los frutos de guanábana, los cuales se indican a continuación:

En la región del Soconusco, Chiapas, Villarreal *et al.* (2020) realizaron la caracterización física y química de los frutos de 28 árboles provenientes de semilla de aproximadamente 10 años de edad. Evaluaron el peso, color de cáscara y pulpa, firmeza, sólidos solubles, acidez titulable y actividad antioxidante. Ellos indicaron que las variables con mayor utilidad para distinguir los materiales fueron el peso, las dimensiones de fruto, las propiedades nutraceuticas, la cromaticidad y el brillo de cáscara, el contenido de azúcares y la acidez de fruto.

También en el estado de Nayarit, Hernández *et al.* (2017) caracterizaron los frutos de cinco selecciones de guanábana con características sobresalientes: TR, VCA1, VCA4, VCA 5 y VCA 10. Se determinó que tres selecciones presentaban frutos de forma cónica, una de forma trapezoidal y una, tanto cónica como trapezoidal. El peso de los frutos fue muy variable, pues se tenían desde aquellos de la selección VCA 5, que pesaban 0.43 kg, hasta los de la selección VCA 4, que tenían un peso de 5.20 kg. La longitud del fruto oscilaba entre 11.6 y 33.2 cm, mientras que el diámetro ecuatorial variaba entre 6.70 y 15.43 cm. Finalmente, en promedio, el menor número de semillas se tuvo en los frutos de la selección VCA5, y el mayor, en los de la selección VCA 10. En un estudio diferente utilizando esas mismas selecciones, Nolasco-González *et al.* (2019), determinaron que los frutos de las selecciones TR y VCA 4 fueron los de mayor tamaño, mientras la selección VCA 5 produjo los de menor tamaño. La forma trapezoidal predominó en los frutos de la selección TR y la cónica en las selecciones VCA 1 y VCA 4. Los frutos de las selecciones TR y VCA 10 tuvieron mayor grosor de corteza y menor tamaño de espinas, mientras que los de la selección VCA 4 tuvieron espinas más grandes. Los frutos de las selecciones TR, VCA 4 y VCA 10 presentaron mayor número de semillas y los de la selección VCA5 menor número; las semillas de mayor tamaño se encontraron en la selección TR y las de menor tamaño en las selecciones VCA 1 y VCA 4. No hubo

diferencias en rendimiento de pulpa entre selecciones (68.7 a 72.4%), pero los valores de esta característica fueron directamente proporcionales al tamaño de fruto.

Al caracterizar los frutos de 13 árboles de ocho años de edad establecidos en una huerta del municipio de Venustiano Carranza, Nayarit, Jiménez-Zurita *et al.* (2016) encontraron que, en promedio, la forma de los frutos era elíptica, con un contenido de semillas entre 19 y 311, la proporción promedio de pulpa, cáscara y semilla fue de 71, 20.5 y 8.5%, respectivamente. Los sólidos solubles totales fluctuaron entre 7.1 y 14°Brix. La mayor cantidad de pulpa se obtuvo en el material A6 con más de 1.5 kg.

Este trabajo tuvo como objetivo la caracterización morfológica y química de los frutos de las 19 accesiones del banco de germoplasma de guanábana del Campo Experimental Cotaxtla.

## **Materiales y métodos**

El estudio se realizó en el Campo Experimental Cotaxtla, del INIFAP, ubicado en el kilómetro 34.5 de la carretera libre Veracruz-Córdoba, en el municipio de Medellín, Veracruz, a 18°55' 56.7" de latitud norte, 96°11' 32.4" de latitud oeste y 17 m de altitud. El clima de la región es Aw0, con temperatura media anual de 25°C, temperatura mínima de 19.1°C en enero y temperatura máxima de 31°C en mayo. La precipitación anual es de 1,360 mm (García, 2004).

Se caracterizaron los frutos de las siguientes accesiones: tres colectadas en el municipio de Cotaxtla: Ve-Co-1, Ve-Co-8 y Ve-Co-9, nueve en el municipio de Actopan: Ve-AcPa-2, Ve-AcPa-3, Ve-AcPa-4, Ve-AcPa-5, Ve-AcPa-6, Ve-AcPa-1Gr, Ve-AcPa-7N, Ve-AcEs-1Bla y Ve-AcEs-2Pa, una en el municipio de Puente Nacional: Ve-PN-1, una en el municipio de Alto Lucero: Ve-AL-BE-1 y los cinco clones que se obtuvieron de la finca Las Lilas en Tabasco: Ta-C-1, Ta-C-8, Ta-C-9, Ta-C-10 y Ta-C-12. El banco de germoplasma tiene tres árboles de cada accesión, de los cuales se obtuvieron los frutos a caracterizar.

La caracterización se realizó durante el periodo productivo de marzo a noviembre de 2018. Se tomó como base el descriptor para chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) (Biodiversity y CHERLA, 2008), al cual se le hicieron adaptaciones y se agregaron

algunos descriptores, ya que no existe un manual específico para guanábana. La caracterización se realizó en cinco frutos sanos y representativos de cada árbol. En total se cuantificaron 29 variables del fruto, siendo las más importantes: longitud (cm), diámetro (cm), número de semillas viables (las semillas se colocaban en un recipiente con agua; las que se hundían se consideraban viables), peso (kg), número de frutos por árbol, forma, sólidos solubles (°Brix) (se colocó un poco de jugo en un refractómetro PAL-3) y firmeza (kg/cm<sup>2</sup>) se midió con un penetrómetro.

Los datos que lo requerían se sometieron a análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SPSS (IBM SPSS Statistics). Se utilizó el modelo general lineal (GLM) univariado para las variables discretas y continuas. Las medias de las variables que resultaron con diferencia estadística significativas se compararon mediante la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

## **Resultados y discusión**

Todas las variables analizadas que se presentan en el Cuadro 1 fueron altamente significativas, encontrándose frutos de más de 20 cm de longitud en las accesiones Ve-ALPa-7N, VeALPa-3 y VeALPa-1Gr, con 22.2, 21.5 y 20.7 cm, respectivamente; estos valores son cercanos a los que se encontraron en Nayarit, en donde se reportan longitudes de frutos desde 16.5 hasta 26.6 cm (Hernández *et al.*, 2017). Las accesiones con mayor diámetro de fruto fueron: Ta-C-8, Ta-C1 y VeCo-8, con 14.2, 13.5 y 13.4 cm, respectivamente. También hubo consistencia con los resultados de Hernández *et al.* (2017) en Nayarit, quienes reportaron diámetros de fruto de 9.22 a 15.43 cm. En la variable forma del fruto ocho accesiones tuvieron forma cordiforme, ocho oval y tres presentaron frutos redondos.

Para peso de fruto se identificaron ocho accesiones sobresalientes, entre ellas, Ve-Co-8 con 1.59 kg (Figura 1), aunque en ocasiones pueden llegar hasta 2.5 kg y Ve-AcPa-3, con 1.49 kg; en este caso se han obtenido también frutos de 2.0 kg (Rosas y Becerra, 2012); además, los clones Ta-C-8 (Figura 2), Ta-C-9, Ta-C-10, Ta-C-12 y Ta-C-1, los cuales presentaron pesos de 1.66, 1.40, 1.59, 1.62 y 1.38 kg, respectivamente.

Evangelista *et al.* (2003) reportaron frutos de guanábana provenientes de Jiutepec, Morelos, con pesos entre 408 y 513 g, lo cual indica que los frutos de las accesiones del banco de germoplasma del Campo Experimental Cotaxtla superan en peso a los producidos en Morelos. En cambio, para Nayarit se reportan pesos que van de 0.48 a 2.126 kg (Hernández *et al.*, 2017), por lo que algunos materiales de ese estado tienen frutos con mayor peso que los evaluados en este trabajo.



Figura 1. Fruto de Ve-Co-8. Figura 2. Fruto de Ta-C-8.

Cuadro 1. Características de frutos de las accesiones del banco de germoplasma de guanábana del Campo Experimental Cotaxtla.

Accesión	LFR (cm)	DFR (cm)	NSV	PFR (kg)	NFA	Forma del fruto	SS (°Brix)	FIR (kg/cm <sup>2</sup> )
Ta-C- 1	19.9 a	13.5 a	49.8 a	1.38 a	32.00	Cordiforme-A*	15.7 a	2.4 a
Ta-C- 8	20.2 a	14.2 a	66.0 a	1.66 a	49.33	Cordiforme-A	15.1 a	2.1 a
Ta-C- 9	19.3 b	12.4 b	59.7 a	1.4 a	40.66	Oval	14.6 a	1.7 e
Ta-C-10	19.0 b	13.1 a	49.1 a	1.59 a	35.00	Cordiforme	16.2 a	2.1 a
Ta-C-12	19.8 a	13.2 a	48.9 a	1.62 a	34.66	Redonda	13.5 ab	1.9 bc
Ve-Co-9	17.9 ef	11.4 ef	27.8 de	1.00 d	19.00	Oval	15.5 a	1.8 c
Ve-Co-8	20.7 a	13.4 a	73.6 a	1.59 a	18.00	Oval	14.1 a	1.7 e
Ve-Co-1	19.9 a	10.7 f	40.9 b	1.19 a	23.66	Cordiforme-A	13.2 b	1.7 e
Ve-AcEs-1Bla	20.2 a	12.2 b	60.1 a	1.21 b	21.00	Oval	14.1 a	2.3 a
Ve-AcPa-2	18.1 de	10.6 f	36.7 bc	0.98 de	16.66	Oval	11.1 c	1.8 cd
VeAcEs-2Pa	18.8 bc	12.0 bc	60.7 a	1.38 a	15.33	Oval	15.3 a	2.1 a
Ve-AcPa-3	21.5 a	12.5 b	63.6 a	1.49 a	16.66	Cordiforme-A	12.8 bc	2.1 a
Ve-AcPa-5	18.9 b	11.3 e	39.1 b	1.04 d	13.66	Redonda	13.1 b	2.2 a
Ve-AcPa-1Gr	20.8 a	12.1 b	47.7 ab	1.22 b	14.33	Oval	11.3 c	2.3 a
Ve-AcPa-7N	22.2 a	11.1 ef	48.2 a	1.18 bc	16.33	Cordiforme-A	13.6 a	2.2 a
Ve-AcPa-6	19.7 ab	10.6 h	35.4 cd	0.94 ef	16.33	Redonda	14.0 a	1.9 ab
Ve-AcPa-4	18.4 cd	11.6 cd	37.3 b	1.07 cd	23.00	Cordiforme-A	14.1 a	1.8 de
Ve-PN-1	17.8 f	10.8 f	28.2 d	1.01 d	42.66	Cordiforme	14.6 a	2.5 a
Ve-AL-BE-1	21.2 a	12.7 ab	62.2 a	1.24 ab	36.20	Oval	15.2 a	2.2 a
Sig	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
CV (%)	8.67	9.72	39.52	45.74	45.74	22.34	11.96	14.69

Medias unidas por diferente letra corresponden a diferencias estadísticas por la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ). LFR = Longitud del fruto, DFR = Diámetro del fruto, NSV = Número de semillas viables, PFR = Peso del fruto, NFA = Número de frutos por árbol, SS = Sólidos solubles (°Brix), FIR = Firmeza, Cordiforme A\* = Cordiforme alargada

Las accesiones con mayor número de semillas viables por fruto, fueron: Ve-Co-8 con 73.6, Ta-C8 con 66 y Ve-ALPa-3 con 63.6. En esta variable hay reportes que mencionan de 19 a 311 semillas (Jiménez-Zurita *et al.*, 2016), 102 semillas (Hernández *et al.*, 2017) y desde nueve hasta 344 semillas (Terán-Erao *et al.*, 2019). Doce de las 19 accesiones tuvieron una firmeza mayor que 2.0 kg/cm<sup>2</sup>, que es indicativo de una mayor duración de la vida de anaquel.

Seis accesiones sobrepasaron los 15°Brix: Ta-C-10 con 16.2°Brix, Ta-C-1 con 15.7°Brix, VE-Co-9 con 15.5 °Brix, Ve-AcEs-Pa, con 15.3°Brix, Ve-ALPas-B-1 con 15.2°Brix y Ta-C-8, con 15.1°Brix; a su vez, la accesión con menor cantidad de azúcares fue VE-AL-BE-2 con 11.1°Brix. Jiménez *et al.* (2016) reportaron que los sólidos solubles de frutos evaluados en Nayarit fueron de entre 7.1 y 14°Brix, mientras que Ramírez-Méndez *et al.* (2012) indicaron que los porcentajes de sólidos solubles obtenidos en frutos provenientes de Zulia, Venezuela, oscilaron entre 14.9 y 15.6%. En el número de frutos por árbol sobresalieron Ta-C-8, Ve-PN-1, Ta-C-9 y Ve ALPas-BE-1 con 49.33, 42.66, 40.66 y 36.20 frutos por árbol, respectivamente. Por otra parte, el menor número de frutos por árbol se tuvo en VeAcPa-5 y Ve-AcPa-1Gr, con 13.66 y 14.33 frutos por árbol.

## **Conclusiones**

1. Las accesiones Ta-C-8 y Ve-Co-8 sobresalieron por su longitud, diámetro, número de semillas por fruto y concentración de sólidos solubles, por lo que en un futuro se registrarán ante el SNICS como clones de guanábana para el estado de Veracruz y regiones similares.

## **Literatura citada**

Biodiversity International y CHERLA. 2008. Descriptores para chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). Biodiversity International. Roma, Italia. Proyecto CHERLA. Málaga, España. 51 p.

Evangelista L., S., Cruz-Castillo, J. G., Pérez-González S., Mercado-Silva, E. y Dávila-Ortiz, G. 2003. Producción y calidad frutícola de guanábanos (*Annona muricata* L.) provenientes de semilla de Jiutepec, Morelos, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 9(1):69-79.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. 5ª ed. Serie Libros Núm. 6. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía. México, D. F. 90 p.

Granadino, C. A. y Cave, R. D. 1994. Inventario de artrópodos y hongos patógenos de *Annona* spp., en cuatro localidades de Honduras. Turrialba 44(3):129-139.

Hernández F., L. M., Nolasco G., Y. y Cruz G., E. J. 2017. Selección y caracterización de guanábana y recomendaciones para su manejo agronómico. Folleto Técnico Núm. 34. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nay., México. 48 p.

Jiménez-Zurita, J. O., Balois-Morales, R., Alia-Tejacal, I., Juárez-López, P., Sumaya-Martínez, M. T. y Bello-Lara, J. E. 2016. Caracterización de frutos de guanábana (*Annona muricata* L.) en Tepic, Nayarit, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 7(6):1261-1270.

Morton, J. F. 1987. Soursop *Annona muricata*. p. 75-80. In: Fruits of warm climates. Florida Flair Books. Miami, FL, USA.

Nolasco-González, Y., Hernández-Fuentes, L. M. y Montalvo G., E. 2019. Caracterización morfológica y fisicoquímica de frutos de accesiones de guanábanas seleccionadas en Nayarit. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Pub. Esp. 23:223-237.

Ramírez-Méndez, R., Arenas M., L., Acosta, K., Yamarte, M. y Sandoval, L. 2012. Efecto del escaldado sobre la calidad nutricional de pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.). Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha 13(1):48-56.

Rosas G., X. y Becerra L., E. N. 2012. Manual de producción de guanábana (*Annona muricata* L.). Folleto Técnico No. 67. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Medellín, Ver., México. 89 p.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Guanábana. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [Consultado el 21 de septiembre de 2020].

Terán-Eraza, B., Alia-Tejacal, I., Balois-Morales, R., Juárez-Lopez, P., López-Guzmán, G. G., Pérez-Arias, G. A. *et al.* 2019. Caracterización física, química y morfológica de frutos de guanábana (*Annona muricata* L.). Agrociencia 53:1013-1027.

Villarreal-Fuentes, J. M., Alia-Tejacal, I., Hernández-Salvador, M. A., Hernández-Ortiz, E., Marroquín-Agreda, F. J., Núñez-Colín, C. A. *et al.* 2020. *In situ* characterization of

soursop (*Annona muricata* L.) in the Soconusco region, Chiapas, Mexico. Revista Chapingo Serie Horticultura 26(3):189-205.



## EVALUACIÓN DE HERBICIDAS POSTEMERGENTES PARA EL CONTROL DE LA MALEZA EN EL CULTIVO DE CHÍA (*Salvia hispanica* L.)

Medina Cázares Tomás<sup>1\*</sup>, Montes Hernández Salvador<sup>1</sup> y Hernández Martínez Miguel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío. INIFAP. medina.tomas@inifap.gob.mx

### RESUMEN

La chía (*Salvia hispanica* L.) es la especie vegetal cuya semilla produce el mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados del tipo Omega 3 (alfa-linolénico) y 6 (alfa-linolénico). En Guanajuato en 2014 se reportaron 150 ha sembradas con este cultivo. La presencia de malezas en el cultivo afecta la calidad y pureza del material comercializable. El porcentaje de impurezas dentro de una muestra de chía varía de 4.5 a 39%. Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la fitotoxicidad de diversos herbicidas al cultivo de chía y su efectividad en el control de malezas. Se estableció un experimento en el Campo Experimental Bajío del INIFAP en Celaya, Gto., en el ciclo P-V 2015. Se evaluaron 19 tratamientos herbicidas en dos variedades de chía: Pinta y Blanca; los herbicidas se aplicaron en postemergencia en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se realizó un conteo de malezas antes de la aplicación y una evaluación visual a los 30 días después de la aplicación. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de fitotoxicidad, control de malezas de hoja ancha y hoja angosta y rendimiento de 10 plantas de chía. Los tratamientos con menor porcentaje de fitotoxicidad tanto para chía Pinta como Blanca fueron: bentazona + fluazifop-butil a 2 + 3 y 4 + 3 L/ha con 4 y 6% de fitotoxicidad, carfentrazone + fluazifop-butil a 0.09 + 3 y 0.18 + 3 L/ha con 5 y 6% de fitotoxicidad y oxyfluorfen a 1 y 2 L/ha con 15 y 26%. En relación al control de hoja ancha, los tratamientos que presentaron un control mayor a 85% fueron: dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil a 1 + 3 y 2 + 3 L/ha, imazethapyr a 1 y 2 L/ha, mesosulfuron/iodosulfuron a 1 y 2 L/ha y dicamba/atrazina + fluazifop-butil a 1.5 + 3 y 3 + 3 L/ha. El control de malezas de hoja angosta fue superior a 90% en todos los tratamientos en los que se incluyó fluazifop-butil. En la variedad de chía Pinta, el tratamiento con mayor rendimiento fue el testigo limpio con 220 g por 10 plantas, después imazetapyr a 1 L/ha con 149 g y mesosulfuron/iodosulfuron a 1 L/ha, con 107 g por 10 plantas. A su vez, en la variedad

de chíá Blanca el tratamiento que rindió más, fue el testigo limpio con 196 g por 10 plantas y dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil a 1 + 3 L/ha, con 95 g por 10 plantas.

**Palabras clave:** Control químico, fitotoxicidad, bentazona, fluazifop-butil.

## Introducción

La chíá (*Salvia hispanica* L.) perteneciente a la familia Lamiaceae es la especie vegetal que junto con el lino (*Linum usitatissimum* L.), produce la semilla con el mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados del tipo Omega 3 (alfa-linolénico) y 6 (alfa-linoléico), no sintetizados por el hombre y de comprobado valor nutricional y funcional para la salud humana (Ayerza *et al.*, 2002), sin dejar de lado su elevado contenido de fibra dietética, proteínas y antioxidantes. La composición nutricional de la semilla de chíá es: 20% de proteína, 40% de fibra alimentaria (5% fibra soluble de muy alto peso molecular) y 34% de aceite: alrededor de 64% del aceite son ácidos grasos Omega 3. No contiene gluten, por lo que es apta para celíacos y tampoco se conocen componentes tóxicos en ella. En Guanajuato en 2017 se reportaron 132.6 ha sembradas con este cultivo (SEDAyR, 2017). Pese a su importancia, existen escasos antecedentes respecto al manejo agronómico del cultivo, dado que las principales investigaciones han sido orientadas al valor nutricional y funcional que poseen sus semillas y a la descripción botánica y morfológica de la especie. Se señala que uno de los principales problemas para su producción es la baja capacidad competitiva que tiene contra las malezas durante los primeros estados de desarrollo, debido a su lento crecimiento inicial (González *et al.*, 1996). En ensayos realizados, se indica que cuando las malezas compiten con el cultivo durante periodos prolongados, el rendimiento se reduce hasta 90%, lo que resalta la necesidad de realizar un control de malezas durante el periodo crítico de interferencia (Hernández, 1989), definiéndose éste, como el momento en que el cultivo debe estar limpio de malezas si se quieren lograr los máximos rendimientos (Blanco *et al.*, 2014)). En el cultivo de chíá, el periodo crítico de interferencia corresponde a los primeros 45 días después de la emergencia (Ayerza y Coates, 2006).

La presencia de malezas en el cultivo reduce la calidad y pureza del material comercializable. Coates y Ayerza (1998) atribuyen el porcentaje de impurezas dentro de una muestra de chíá (4.5 a 39%) a la dificultad para la limpieza debido a lo pequeño de su semilla, a las condiciones de cosecha y a las malezas presentes en los cultivos. En Argentina se han encontrado lotes con niveles de impurezas desde 5 hasta 80%, lo cual se atribuye a la presencia de semillas de otras especies o por una sustitución total del material por otro (Bueno *et al.*, 2010).

En México no hay herbicidas registrados para utilizarse en el cultivo de la chíá; además, el control químico de malezas en este cultivo presenta varias dificultades (Coates y Ayerza, 1998), ya que esta especie es muy sensible a los herbicidas de uso común empleados para el control de malezas, lo que obliga a los productores a utilizar el control mecánico, siendo necesarias varias limpiezas durante la temporada de crecimiento. Además, este hecho ha obligado a utilizar densidades de plantas muy superiores a las óptimas para el cultivo. En Ecuador, Pozo (2010) evaluó el efecto de metribuzina aplicada en preemergencia y haloxyfop-R metil éster aplicado en postemergencia para el control de malezas anuales en el cultivo de chíá; estos herbicidas proporcionaron un eficiente control de las malezas, pero ocasionaron fuerte toxicidad al cultivo al grado de provocar muerte de plantas.

De acuerdo con lo indicado anteriormente, y con el objetivo de controlar eficazmente las malezas presentes en el cultivo de chíá, se condujo un experimento con los siguientes objetivos: 1. Determinar la tolerancia de la chíá a diferentes herbicidas y 2. Determinar la efectividad de los herbicidas sobre las especies de malezas predominantes en el cultivo.

### **Materiales y métodos**

Durante el ciclo P-V 2015 se estableció un experimento en el Campo Experimental Bajío del INIFAP, localizado en el municipio de Celaya, Gto. Se evaluaron 19 tratamientos herbicidas en dos variedades criollas de chíá: Pinta (Figura 1) y Blanca (Figura 2). Los tratamientos se indican como ingredientes activos, pero con dosis de productos comerciales: Fluroxipyr + fluazifop-butil (0.5 + 3 y 1 + 3 L/ha), Dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil (1 + 3 y 2 + 3 L/ha), Imazethapyr (1 y 2 L/ha), Bentazona + fluazifop-butil (2 + 3 y 4 + 3 L/ha), Mesosulfuron/iodosulfuron metil (1 y 2 L/ha), Tembotrione (0.3 y 0.6

L/ha), Oxyfluorfen 1 y 2 L/ha), Carfentrazone + Fluazifop-butil (0.09 + 3 y 0.18 + 3 L/ha), Dicamba/atrazina + fluazifop-butil (1.5 + 3 y 3 + 3 L/ha y Testigo limpio.



Figura 1. Chía Pinta.



Figura 2. Chía Blanca.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones; el tamaño de la parcela aplicada fue de cuatro surcos a 0.76 cm de separación (3 m de ancho) por 10 m de largo. La aplicación de los tratamientos se realizó en postemergencia, a los 10 días de la emergencia de la chíá. Antes de la aplicación de los tratamientos se realizó un conteo de malezas en todo el lote experimental y una evaluación visual a los 30 días después de la aplicación. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de fitotoxicidad a la chíá, control de malezas de hoja ancha y hoja angosta y rendimiento de semilla de diez plantas. Se utilizó la escala de evaluación de la EWRS (Domínguez, s.f.).

## Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se presentan las principales especies de malezas y su población en plantas por m<sup>2</sup> presentes en lote donde se realizó el experimento de chíá Pinta. Las especies más abundantes fueron: mostaza, zacate pegarropa, quelite bleado, trigo mostrenco y quelite cenizo. Por su parte, en el Cuadro 2 se presentan las principales especies de malezas y su población en plantas por m<sup>2</sup> presentes en lote donde se realizó el experimento de chíá Blanca. Las especies más abundantes fueron: zacate pegarropa, rosa amarilla, quelite bleado y mostaza.

Cuadro 1. Especies y población de malezas presentes en el lote experimental de chíá Pinta.

Nombre común	Especie	Familia	Plantas/m <sup>2</sup>
Mostaza	<i>Brassica campestris</i> L.	Convolvulaceae	92
Zacate Pegarropa	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	82
Quelite bleado	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae	54
Trigo mostrenco	<i>Triticum aestivium</i> L.	Poaceae	38
Quelite cenizo	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	30
Borraja	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	24
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	24
Olotillo	<i>Acalypha ostryifolia</i> Riddell ex J.M. Coult.	Euphorbiaceae	14
Rosa amarilla	<i>Aldama dentata</i> La Llave	Asteraceae	10
Polygono trepador	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Polygonaceae	8
Tomatillo	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	Solanaceae	4

Cuadro 2. Especies y población de malezas presentes en el lote experimental de chíá Blanca.

Nombre común	Especie	Familia	Plantas/m <sup>2</sup>
Zacate Pegarropa	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	64
Rosa amarilla	<i>Aldama dentata</i> La Llave	Asteraceae	58
Quelite bleado	<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae	38
Mostaza	<i>Brassica campestris</i> L.	Convolvulaceae	30
Olotillo	<i>Acalypha ostryifolia</i> Riddell ex J.M. Coult.	Euphorbiaceae	18
Polygono trepador	<i>Polygonum convolvulus</i> L.	Polygonaceae	14
Trigo mostrenco	<i>Triticum aestivium</i> L.	Poaceae	14
Borraja	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteraceae	12
Tomatillo	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	Solanaceae	10
Quelite cenizo	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	8
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	4

En el Cuadro 3 se presenta el porcentaje de fitotoxicidad al cultivo, el control de la maleza de hoja ancha y hoja angosta y el rendimiento de 10 plantas de chíá Pinta. Los tratamientos con menor porcentaje de fitotoxicidad fueron: bentazona + fluazifop-butil a las dos dosis evaluadas con 3 y 4% de fitotoxicidad, carfentrazone + fluazifop butil a las dos dosis evaluadas con 4 y 5% de fitotoxicidad y oxyfluorfen a las dos dosis evaluadas con 13 y 29% de fitotoxicidad. Todos los demás tratamientos presentan daños superiores a 35%, por lo que no se recomienda su aplicación. Los tratamientos que presentaron

control de malezas de hoja ancha mayor a 85%, que es el mínimo requerido por la EWRS para catalogarse como un control aceptable, fueron: dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil, imazethapyr, mesosulfuron + iodosulfuron y dicamba/atrazina + fluazifop-butil en las dos dosis evaluadas. Por otra parte, todos los tratamientos en los que fluazifop-butil formó parte, tuvieron un control de malezas de hoja angosta superior a 90%. En el testigo limpio se obtuvo el mayor rendimiento de semilla con 220 g en 10 plantas; le siguieron imazetapyr a 1 L/ha con 149 g, mesosulfuron/iodosulfuron a 1 L/ha con 107 g y dicamba/atrazina + fluazifop-butil a las dos dosis evaluadas con 99 y 95 g, respectivamente.

Cuadro 3. Fitotoxicidad al cultivo, control de malezas y rendimiento de semilla de 10 plantas de chíca Pinta.

Ingrediente activo y dosis de material comercial (L/ha)	Fitotoxicidad (%)	Control hoja ancha (%)	Control hoja angosta (%)	Rendimiento de 10 plantas (g)
Fluroxipyr + fluazifop-butil (0.5 + 3)	45	55	98	62
Fluroxipyr + fluazifop-butil (1 + 3)	58	65	99	56
Dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil (1 + 3)	40	89	95	56
Dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil (2 + 3)	43	95	91	43
Imazethapyr (1)	35	83	43	149
Imazethapyr (2)	63	93	66	41
Bentazona + fluazifop-butil (2 + 3)	3	60	94	65
Bentazona + fluazifop-butil (4 + 3)	4	78	95	81
Mesosulfuron/iodosulfuron metil (1)	45	89	33	46
Mesosulfuron/iodosulfuron metil (2)	58	95	43	107
Tembotrione (0.3)	43	75	40	19
Tembotrione (0.6)	45	90	50	0
Oxyfluorfen (1)	13	33	33	47
Oxyfluorfen (2)	29	55	48	22
Carfentrazone + fluazifop-butil (0.09 + 3)	4	45	93	55
Carfentrazone + fluazifop-butil (0.18 + 3)	5	64	94	52
Dicamba/Atrazina + fluazifop-butil (1.5 + 3)	35	88	80	99
Dicamba/Atrazina + fluazifop-butil (3 + 3)	32	96	96	95
Testigo Limpio	0	100	100	220

Cuando hay una diagonal (/) entre dos ingredientes activos, significa una mezcla formulada de fábrica y cuando hay un signo de más (+), significa una mezcla de tanque.

En el Cuadro 4 se presenta el porcentaje de fitotoxicidad al cultivo, el control de la maleza de hoja ancha y hoja angosta y el rendimiento de 10 plantas de chíá Blanca. Los tratamientos con menor porcentaje de fitotoxicidad fueron: bentazona + fluazifop-butil a las dos dosis evaluadas con 4 y 6% de fitotoxicidad, carfentrazone + fluazifop butil a las dos dosis evaluadas con 5 y 6% de fitotoxicidad y oxyfluorfen a las dos dosis evaluadas con 15 y 26% de fitotoxicidad. Todos los demás tratamientos presentaron daños superiores a 35%, por lo que no se recomienda su aplicación.

Cuadro 4. Fitotoxicidad al cultivo, control de malezas y rendimiento de semilla de 10 plantas de chíá Blanca.

Ingrediente activo y dosis de material comercial (L/ha)	Fitotoxicidad (%)	Control hoja ancha (%)	Control hoja angosta (%)	Rendimiento de 10 plantas (g)
Fluroxipyr + fluazifop-butil (0.5 + 3)	40	53	95	51
Fluroxipyr + fluazifop-butil (1 + 3)	45	65	99	21
Dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil (1 + 3)	40	93	95	95
Dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil (2 + 3)	50	97	94	0
Imazethapyr (1)	40	82	38	45
Imazethapyr (2)	58	91	66	34
Bentazona + fluazifop-butil (2 + 3)	4	52	94	63
Bentazona + fluazifop-butil (4 + 3)	6	75	95	82
Mesosulfuron/iodosulfuron metil (1)	38	87	38	30
Mesosulfuron/iodosulfuron metil (2)	58	94	48	5
Tembotrione (0.3)	45	73	40	0
Tembotrione (0.6)	43	93	45	0
Oxyfluorfen (1)	15	33	40	81
Oxyfluorfen (2)	26	53	53	11
Carfentrazone + fluazifop-butil (0.09 + 3)	5	48	93	54
Carfentrazone + fluazifop-butil (0.18 + 3)	6	53	94	61
Dicamba/Atrazina + fluazifop-butil (1.5 + 3)	35	88	80	69
Dicamba/Atrazina + fluazifop-butil (3 + 3)	36	94	96	85
Testigo Limpio	0	100	100	196

Cuando hay una diagonal (/) entre dos ingredientes activos, significa una mezcla formulada de fábrica y cuando hay un signo de más (+), significa una mezcla de tanque.

Los tratamientos que presentaron control de malezas de hoja ancha mayor a 85% fueron: dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil, imazethapyr, mesosulfuron/iodosulfuron y dicamba/atrazina + fluazifop-butil en sus dos dosis evaluadas. Por otra parte, todos los tratamientos en los que fluazifop-butil formó parte, tuvieron un control de malezas de hoja angosta superior a 90%. El mayor rendimiento de semillas se obtuvo en el testigo limpio con 196 g por 10 plantas y con dicamba/2,4-D amina + fluazifop-butil a 1 + 3 L/ha con 95 g por 10 plantas.

## **Conclusiones**

1. Se detectaron algunos herbicidas con porcentajes bajos de fitotoxicidad al cultivo y con buenos a excelentes controles de malezas de hoja ancha y angosta que son promisorios para ser utilizados en un programa de manejo integrado de malezas en el cultivo de chíá para el estado de Guanajuato. 2. Falta realizar experimentos para afinar dosis y épocas de aplicación y hacer las recomendaciones técnicas más adecuadas y evaluar herbicidas preemergentes, que puedan incluirse en un manejo integrado de malezas en el cultivo de chíá.

## **Literatura citada**

Ayerza, R. y Coates, W. 2006. Chíá, redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas. Editorial del Nuevo Extremo S. A. Buenos Aires, Argentina. 232 p.

Ayerza, R., Coates, W. and Lauria, M. 2002. Chia seed (*Salvia hispanica* L.) as an  $\omega$ -3 fatty acid source for broilers: Influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meats, growth performance, and sensory characteristics. Poultry Science 81:826-837.

Blanco V., Y., Leyva G., Á. y Castro L., I. 2014. Determinación del período crítico de competencia de arvenses en el cultivo del maíz (*Zea mays*, L.) Cultivos Tropicales 5(3):62-69.



Bueno, M., Di Sapio, O., Barolo, M., Busilacchi, H., Quiroga, M. y Severin, C. 2010. Análisis de la calidad de los frutos de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) comercializados en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 9(3):221-227.

Coates, W. and Ayerza, R. 1998. Commercial production of chia in Northwestern Argentina. JAOCS 75(10):1417-1420.

Domínguez V., J. A. s.f. Metodologías para la evaluación de herbicidas en campo. [file:///C:/Users/52229/Desktop/Metodologia\\_evaluacion\\_herbicidas%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/52229/Desktop/Metodologia_evaluacion_herbicidas%20(1).pdf)  
[Consultado el 30 de septiembre de 2020].

González, C., Fernández, M., Roldán, O., Montalbán, L., Luque, V., Contreras, G. *et al.* 1996. Incidencia de la época, distanciamiento y densidad de siembra en la producción de semilla de *Salvia hispanica* L. en Catamarca. p. 358-362. *In:* Princen, L. H. and Rossi, C. (eds.). Proceedings of the 9th International Conference on Jojoba and its Uses and the 3rd International Conference on New Industrial Crops and Products. Peoria, IL, USA.

Hernández G., J. A. 1989. Efecto de la fecha de siembra, densidad de población y competencia de malezas, en el rendimiento de chíá (*Salvia hispanica* L.). Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx., México. 99 p.

Pozo, S. 2010. Alternativas para el control químico de malezas anuales en el cultivo de la chíá (*Salvia hispanica*) en la granja ECAA, provincia de Imbabura. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ibarra, Ecuador. 113 p.

SEDAYR (Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural). 2017. Promueve SDAYR cultivo de chíá por sus altos rendimientos. <https://boletines.guanajuato.gob.mx/2017/12/28/promueve-sdayr-cultivo-chia-altos-rendimientos/> [Consultado el 30 de septiembre de 2020].



## **Resúmenes**



## DIAGNÓSTICO Y PREVENCIÓN DEL VIRUS DEL BRONCEADO DEL TOMATE EN EL CULTIVO DE GERBERA (*Gerbera jamesonii* Adlam), EN VILLA GUERRERO, ESTADO DE MÉXICO

Castaño Acosta Rodrigo<sup>1\*</sup>, Blancas Tapia Rafael<sup>1</sup> y Quezada Cortés Frida Daniela<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. [castanoar@gmail.com](mailto:castanoar@gmail.com)

### RESUMEN

Los virus fitopatógenos son entes constituidos de ADN o ARN, que se replican dentro de las células vegetales e inducen síntomas que disminuyen el rendimiento y la calidad de los cultivos. La familia *Tospoviridae* incluye diversos virus destacándose los *Orthotospovirus*, de los cuales, el virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV) es de importancia económica, debido su amplio rango de hospedantes y a que es transmitido por el trips occidental de las flores, *Frankliniella occidentalis*. Dentro de sus hospedantes se encuentran el cultivo de la gerbera (*Gerbera jamesonii* Adlam), esencial para el mercado de la floricultura del Estado de México, porque su derrama económica es superior a los 285 millones de pesos, por lo que es necesario determinar la presencia de TSWV en viveros de ese cultivo., Se realizó una visita a una producción comercial de gerbera en la Loma de la Concepción, en Villa Guerrero, Edo. de México, donde se colectaron plantas con síntomas de TSWV y se llevaron al laboratorio para su diagnóstico. Mediante la tinción de inclusiones celulares en el tejido foliar se logró detectar la presencia de TSWV y posteriormente se aislará por ultracentrifugación, para después inocular plantas sanas susceptibles y observar el desarrollo de la sintomatología. Con ello, se reduce el tiempo de identificación, lo que permitirá proponer al productor un programa de manejo integral del TSWV, basado en métodos de exclusión, erradicación, protección y principios biológicos.

**Palabras clave:** Floricultura, manejo integrado, trips, TSWV.



## DIAGNÓSTICO Y CONTROL FITOSANITARIO DE *Fusarium* spp. EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)

Chávez de la Cruz María Fernanda<sup>1</sup>, González Lara Fabiola Donají<sup>1</sup> y Martínez Cerón Roxana Jaquelin<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM. [roxanamtzceron@gmail.com](mailto:roxanamtzceron@gmail.com)

### RESUMEN

La lechuga es de las principales hortalizas de consumo en fresco. México ocupa el 9° lugar en producción global, siendo Guanajuato el principal estado productor. Sin embargo, el cultivo es afectado por diversas enfermedades. El marchitamiento vascular es de las enfermedades más destructivas y es inducido por diversos patógenos. En parcelas de lechuga, establecidas en el Campo 4 de la FES Cuautitlán, Edo. México, se observaron plantas con marchitamiento vascular. Por tal razón, el objetivo del presente trabajo fue identificar al agente causal, siguiendo los postulados de Koch. Se colectaron plantas de lechuga enfermas, se procesaron en el laboratorio y se obtuvieron cuatro aislamientos fúngicos; enseguida, se procedió a su caracterización cultural y morfométrica. De los cuatro hongos, se aisló constantemente a LFC3, que en el medio de cultivo desarrolló colonias de aspecto veloso en el centro y difusas en la periferia; inicialmente son de color blanco y luego se tornan púrpuras. Además, se observaron macro y microconidios. Para su identificación se usaron claves taxonómicas. Con base en estas características se identificó a LFC3 como *Fusarium* spp., considerado como un saprófago facultativo con capacidad de sobrevivir en aguas, suelos y en materia orgánica, por largos periodos de tiempo. Debido a que produce estructuras de resistencia denominadas clamidosporas. Además, se identificó a *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. Nuestros resultados sugieren que *Fusarium* spp. es el agente causal del marchitamiento vascular de la lechuga. No obstante, en una segunda fase del trabajo esto será comprobado. Con ello, se podrá proponer una alternativa biológica y cultural para el manejo de la enfermedad en la FES Cuautitlán.

**Palabras clave:** Hongos del suelo, marchitamiento vascular, hortalizas.





## ¿CUÁNTO DE STEVIOL TIENE MI EDULCORANTE DE STEVIA?

Ferreira Eduardo Ramón<sup>1</sup>, Olazar Fiorella Geraldine<sup>1</sup>, Ferreira Francisco Paulo<sup>1,2</sup>,  
Parra Yadira Rocío<sup>1</sup>, Fernández Danilo<sup>1</sup> y Arrúa Andrea Alejandra<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción.

<sup>2</sup>Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas. Universidad Nacional de Asunción. [arrua@facen.una.py](mailto:arrua@facen.una.py); [andrea.arrua@cemit.una.py](mailto:andrea.arrua@cemit.una.py)

### **RESUMEN**

*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni es una planta originaria de Paraguay, cuyos constituyentes más relevantes son los esteviósidos, que son 300 veces más dulces que la sacarosa, y tienen efectos beneficiosos en la salud, entre los que se mencionan: ayudar en el control de peso y la diabetes, efectos antifúngicos y antibacterianos, entre otros. Diversos edulcorantes a base de stevia se comercializan en el mercado nacional, y en muchos de ellos la etiqueta es confusa para el comprador, ya que se omite o enmascara información importante. El etiquetado engañoso se enmarca dentro del llamado fraude de integridad de procesos, que incluyen a aquellos “descriptorios de valor” para aumentar el valor económico o cambiar la percepción del consumidor de manera favorable. Considerando estos aspectos, se analizaron las etiquetas de 17 marcas de productos edulcorantes con stevia, adquiridos de centros del expendio de Asunción y Área Metropolitana. Se analizaron los contenidos de steviol glicósido (SG) indicados en las etiquetas de los productos, en función al equivalente de una cucharada de azúcar. Según lo descrito en las etiquetas, los valores de SG variaron entre 12 mg en la Marca B y 250 mg en la Marca E. Dos marcas no declararon los contenidos de SG. Otro aspecto llamativo fue la desuniformidad en las unidades de medida de los contenidos de SG, aspecto que complica la comprensión de las etiquetas. A pesar de que no existe una normativa en referencia a este aspecto, es fundamental regular no sólo los contenidos de SG presentes en los productos y establecer sanciones a las empresas que cometen fraude alimentario, sino también

reglamentar la información presente en las etiquetas, para que sea comprensible para el consumidor.

**Palabras clave:** Fraude alimentario, etiqueta, endulzante, Paraguay.

## **ETIQUETADO Y EDULCORANTE A BASE DE STEVIA ¿EL CONSUMIDOR ENTIENDE LO QUE COMPRA?**

Olazar Fiorella Geraldine<sup>1</sup>, Ferreira Eduardo Ramón<sup>1</sup>, Ferreira Francisco Paulo<sup>1</sup>, Parra Yadira Rocío<sup>1</sup>, Fernández Danilo<sup>1</sup> y Arrúa Andrea Alejandra<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción.

<sup>2</sup>Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas. Universidad Nacional de Asunción. [arrua@facen.una.py](mailto:arrua@facen.una.py); [andrea.arrua@cemit.una.py](mailto:andrea.arrua@cemit.una.py)

### **RESUMEN**

El etiquetado engañoso se enmarca en el llamado fraude de integridad de procesos, que incluyen a aquellos “descriptores de valor” para aumentar el valor económico o cambiar la percepción del consumidor de manera favorable, siendo los tipos de fraudes más habituales. En el mercado nacional se comercializan una gran cantidad de edulcorantes a base de Stevia, una planta originaria del Paraguay y conocida por sus efectos beneficiosos en la salud. Muchos de estos productos en sus etiquetas mencionan que son 100% naturales, e inclusive, la fotografía de la planta se presenta como una indicación de que el producto contiene esta planta; sin embargo, en las etiquetas se declara la presencia de otros compuestos como sacarosa, sucralosa y ciclamato entre otros. Con el objetivo de determinar si el consumidor lee las etiquetas de los productos que adquiere y si sabe interpretar lo que se menciona en el etiquetado, se realizó una encuesta digital en forma semiestructurada con 20 preguntas. El 67.4% de los encuestados respondió que lee las etiquetas de los productos que adquiere y el 60.5%, que en la etiqueta no se indica si el producto es puro o en mezcla con otros edulcorantes sintéticos. El 41.5% indicó que no sabe qué otros productos además de Stevia están presentes en el edulcorante, pero el 82.2% cree que los edulcorantes sintéticos son dañinos a la salud. El 100% de los encuestados no sabe quién es el organismo encargado del control y regulación de la calidad e inocuidad de los edulcorantes. Estos resultados demuestran la necesidad de realizar campañas de concientización sobre la importancia de la comprensión de las etiquetas por parte de los consumidores y leyes que regulen el etiquetado y sancionen a aquellos que son poco claros o engañosos para el consumidor.

**Palabras clave:** Fraude alimentario, etiqueta, endulzante, Paraguay.

## HÁBITOS DE LECTURA DE ETIQUETAS DE YERBA MATE COMPUESTA EN PARAGUAY: MIRADA DESDE EL CONSUMIDOR

Ferreira Magalí<sup>1</sup>, Parra Yadira Rocío<sup>1</sup>, Fernández Danilo<sup>1</sup> y Arrúa Andrea Alejandra<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Asunción.

<sup>2</sup>Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas. Universidad Nacional de Asunción. [arrua@facen.una.py](mailto:arrua@facen.una.py); [andrea.arrua@cemit.una.py](mailto:andrea.arrua@cemit.una.py)

### **RESUMEN**

La yerba mate es uno de los productos más consumidos en Paraguay. Según la normativa nacional, yerba mate compuesta es aquella que, además de yerba puede contener hierbas medicinales, aceites esenciales o material vegetal inocuo en su composición. Por otra parte, el etiquetado de alimentos es la información clara, comprensible y completa que debe ir en el empaque para que el consumidor haga su elección. Pero ¿qué importancia se da a la lectura de la etiqueta de un producto antes de la compra?, ¿qué tanto se comprende lo descrito en la etiqueta? Como objetivo, se buscó determinar, mediante una encuesta en línea a 155 personas, sus hábitos en cuanto a la lectura del etiquetado de los empaques de yerba mate compuesta, antes de la compra, tomando en cuenta aspectos importantes, como si el consumidor comprende que tipo de producto está comprando y en función a qué criterio realiza su elección, si el producto tiene hierbas, esencia, o si comprende que es el Registro Sanitario de Producto Alimentario (R.S.P.A) entre otros aspectos. El estudio indicó que el 62.5% lee las etiquetas de los productos antes de adquirirlos, el 77% de las personas selecciona ya la yerba en función a su sabor; sin embargo, el 58.8% no conoce la diferencia entre los tipos de yerba compuesta que compra y el 76.8% no sabe lo que es el R.S.P.A. Es importante educar a los consumidores para que comprendan el significado de la información presente en las etiquetas y controlar las industrias, de tal manera que en el etiquetado se refleje de manera clara, sencilla y honesta, todo aquello que está presente o ausente en el producto, evitando de esta manera el etiquetado engañoso para aumentar el valor económico o cambiar la percepción del consumidor de manera favorable.

**Palabras clave:** Educación, engañoso, normativa, percepción.

## EFFECTO DEL HIDROLATO DE CALÉNDULA (*Calendula officinalis* L.) EN LA CONSERVACIÓN DE FILETES DE TRUCHA ARCOÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

Torres Vargas Golda Meyer<sup>1\*</sup> y Sierra Benítez Angélica María<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup>Universidad Nacional Abierta y a Distancia. golda.torres@unad.edu.co

### RESUMEN

La trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) es fuente de proteínas y ácidos grasos polinsaturados; sin embargo, la vida útil en estado fresco es limitada. El presente estudio evaluó el efecto antioxidante del hidrolato de caléndula (*Calendula officinalis* L.) en la extensión de la vida útil de filetes de trucha arcoíris a 4.4°C durante 20 días. Los ensayos se realizaron en tres tratamientos y por triplicado: 1. FS (filetes sin tratamiento), 2. FAC (filetes con antioxidante comercial) y 3. FHP (filetes en el hidrolato de caléndula). Se evaluaron los cambios sensoriales al inicio y final del ensayo. Las muestras de FAC se impregnaron por 12 horas en una emulsión de antioxidante BHT y las de FHP en el extracto acuoso de caléndula; posteriormente se empacaron y se refrigeraron, tomando muestras cada cinco días. Todos los tratamientos relacionaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Los FHP exhibieron valores de pH, acidez e índice de peróxidos, muy próximos al tratamiento de FAC e inferiores a los FS. El tratamiento FHP ralentizó la formación de malondialdehído (MDA). La diferencia de medias entre FAC y FHP no reportó significancia estadística, y la conservación de los filetes en FAC y FHP generó el mismo efecto sobre la formación de peróxidos y MDA. Los resultados sensoriales en FAC y FHP mostraron menores efectos negativos sobre apariencia, olor y textura. Se puede concluir que, el extracto de caléndula puede retrasar la oxidación de acilglicéridos de la trucha arcoíris en refrigeración y mantener en un nivel de aceptabilidad las propiedades sensoriales.

**Palabras clave:** Antioxidante, capacidad oxidativa, pescados.





## MADURACIÓN DE EMBRIONES SOMÁTICOS DE CAFÉ Y LA RESPUESTA FISIOLÓGICA EX VITRO DE PLANTAS REGENERADAS

Riviello Cogco Enrique<sup>1\*</sup>, Robledo Paz Alejandrina<sup>1</sup>, Gutiérrez Espinosa Ma. Alejandra<sup>1</sup>  
y Mascorro Gallardo José Oscar<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. [riviello.enrique@gmail.mx](mailto:riviello.enrique@gmail.mx)

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo

### RESUMEN

El café (*Coffea arabica* L.) es uno de los cultivos más importantes en el mundo debido al impacto económico que genera. La embriogénesis somática es una herramienta biotecnológica que ha permitido la multiplicación de distintos genotipos élite e híbridos de café; sin embargo, la baja tasa de maduración de los embriones somáticos, limita su germinación y conversión a plantas. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del polietilenglicol 8000 (PEG) (50-75 g L<sup>-1</sup>) o sacarosa (50-80 g L<sup>-1</sup>), en la maduración y conversión de embriones somáticos de café var. Colombia. Durante la aclimatación y crecimiento, las plantas regeneradas se colocaron en una mezcla de perlita:turba:tezontle (1:1:1) (PTT) o turba:tezontle (2:1) (TT) y se mantuvieron en condiciones de invernadero. Los resultados mostraron que incluir 50, 60 y 80 g L<sup>-1</sup> de sacarosa en el medio de cultivo generó el máximo porcentaje de maduración (81.7, 67.7 y 45.0%) y conversión (44.4, 41.6 y 45.8%), los cuales fueron significativamente superiores al testigo con 30 g L<sup>-1</sup> de sacarosa (19.4% de maduración). Por su parte, sólo un 25.6 y 21.7% de los embriones establecidos en 50 y 75 g L<sup>-1</sup> de PEG, respectivamente, maduraron, pero ninguno logró su correcta conversión en planta. Crecer embriones somáticos de café en etapa globular en un medio de cultivo con 50, 60 u 80 g L<sup>-1</sup> de sacarosa incrementó su maduración y conversión. Todas las plantas cultivadas en las dos mezclas sobrevivieron en condiciones de invernadero y no se encontraron diferencias significativas en el tamaño de plúmula y número de hojas, así como en la tasa fotosintética y área foliar; sin embargo, la conductancia estomática fue significativamente

superior en las plantas crecidas en PTT, que en aquellas procedentes de TT (0.11 y 0.06  $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , respectivamente).

**Palabras clave:** *Coffea arabica* L., cultivo de tejidos, embriogénesis somática, reguladores de crecimiento, osmóticos.

## AVANCES DEL PROCESO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN DE MAÍZ FORRAJERO EN EL CENTRO DE ENSEÑANZA AGROPECUARIA

Vargas Márquez Rubén<sup>1\*</sup>, Sotelo Noguez Edgar Orlando<sup>2</sup>, Fernández Mendiola Jonathan Alfredo<sup>2</sup>, Martínez García Luis Gerardo<sup>2</sup> y Jandete Vera Florencio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidad Agrícola CEA. FESC. UNAM [rubenvargasmartinez@cuautitlan.unam.mx](mailto:rubenvargasmartinez@cuautitlan.unam.mx)

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Agrícolas. FESC. UNAM.

<sup>3</sup>Módulo de Maquinaria Agrícola. CEA. FESC. UNAM.

### RESUMEN

El Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán es un sitio académico multidisciplinario integrado en la Unidad Agrícola y la Unidad Pecuaria, conformadas por distintos módulos que desarrollan modelos de producción agropecuaria. Como área multidisciplinaria, la Unidad Agrícola brinda apoyo a la docencia, investigación y difusión de la cultura a través de modelos prácticos de producción, bajo el modelo de transferencia de tecnología. Este trabajo se enfoca en tres áreas importantes para la transferencia de tecnología del paquete tecnológico de producción (PTP) de maíz forrajero: 1. Manejo agronómico: se consideraron factores climáticos con registro mínimo de 30 años para calcular la estación de crecimiento a partir de las normales climatológicas, 2. Manejo integrado de plagas: se determinó la dinámica poblacional del adulto del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), mediante un monitoreo, colocando trampas alimenticias atrayentes, muestreando dos parcelas, una con tratamiento químico y otra como testigo sin aplicación y se cuantificó la cantidad de adultos capturados, y 3. Mecanización (labranza mecanizada). Con el análisis de los datos climáticos se determinó que existen 154 días favorables y 537.7 mm de precipitación pluvial, lo cual cubre las necesidades agroclimáticas del cultivo. La densidad poblacional del adulto de *S. frugiperda* disminuyó notablemente donde se aplicó el plaguicida con respecto al testigo. Conocer el comportamiento de la dinámica poblacional de este insecto, permite generar un modelo de predicción que aportará información del comportamiento de la curva poblacional de *S. frugiperda*, para determinar

el momento óptimo de control. Finalmente, el uso de labranza mecanizada juega un papel crucial para la adopción e implementación de tecnologías que permitan mejorar el proceso de producción del cultivo. Dicha tecnología no sólo involucra el uso de maquinaria, sino que incluye las diversas áreas que integran un paquete tecnológico de producción.

**Palabras clave:** Monitoreo de plagas, factores climáticos, labranza mecanizada, multidisciplinario.

## CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DEL TOMATE *Solanum lycopersicum* (L.) CON APLICACIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES DEL CEMPASÚCHIL EN INVERNADERO

López-Martínez Blendi<sup>1\*</sup>, Marroquín-Agreda Francisco Javier<sup>1</sup>, Aguilar-Fuentes Javier<sup>1</sup> y Villarreal-Fuentes Juan Manuel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical. Universidad Autónoma de Chiapas, Campus IV. Chiapas, México. blendi\_lopezm@hotmail.com.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas, Campus IV. Chiapas, México.

### **RESUMEN**

En esta investigación se analizó el comportamiento de las plantas de tomate como respuesta a aplicaciones de compuestos orgánicos volátiles. Se establecieron semilleros de plantas de tomate, sembradas en charolas de 200 cavidades. Las plantas se trasplantaron a invernadero; a los 25 días del trasplante se colocó en cada planta un tubo para pcr con dosificaciones de Cov's de cempasúchil con (1.5, 2.5, 3.5 mL/L) vehículo de liberación prolongada (petrolato y aceite mineral), asimismo se hizo un hidrodestilado, macerado con dosis de 300 g de cempasúchil en 1 L de agua. La toma de datos se realizó cada ocho días. En el área del invernadero se delimitaron cinco bloques, con plantas de tomate a una distancia de 60 cm entre planta y 90 cm entre surco. Cada bloque fue cercado con Nylon polietileno de 2.5 m de altura, para evitar el intercambio y fuga de Cov's. Los tratamientos en este experimento se distribuyeron bajo los principios de un diseño completamente al azar, con arreglo en bloques, conformado de 10 tratamientos, cada uno con 20 repeticiones, teniendo un total 200 unidades experimentales. En la aplicación de petrolato + dosis mayor de cempasúchil se obtuvo una mayor altura (12.25 cm) en relación con las demás concentraciones; de igual forma, la dosis mayor con aplicación de aceite mineral obtuvo un incremento diferencial comparado con el testigo. Los compuestos orgánicos volátiles influyen en la altura, diámetro y número de hojas de las plantas de tomate, comportándose como promotores de crecimiento de los vegetales.

**Palabras clave:** Cov's, dosis, hidrodestilado, hortícolas, vehículo de liberación prolongada.

## HIPERPARÁSITOS ASOCIADOS AL SIGNO DE *Moniliophthora roreri* EN EL MUNICIPIO DE COMALCALCO, TABASCO

Borda Mamani Roxana<sup>1\*</sup> y Espadas Reséndiz Marcos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Federal de la Integración Latino-Americana (UNILA). Paraná, Brasil.

[rbordamamani@gmail.com](mailto:rbordamamani@gmail.com)

<sup>2</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM

### RESUMEN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol perenne de zonas tropicales de América. Es afectado por enfermedades fitopatógenas, principalmente por *Moniliophthora roreri*, conocida como la podredumbre helada o monilia, un parásito fúngico especializado, que sólo afecta las vainas del cacao, causando severos daños internos y externos. Las pérdidas causadas por este basidiomiceto oscilan del 5 al 100% de la producción. Su forma de dispersión es por esporas y el principal vector es el viento. El signo característico es la momificación parcial o total de la vaina, observándose una colonia de color melón a beige en la fase avanzada. Sin embargo, existen hongos benéficos llamados hiperparásitos, que se desarrollan y alimentan de las colonias de monilia, los cuales cuentan con gran potencial para el control biológico. El objetivo del presente trabajo fue aislar e identificar a nivel de género los hiperparásitos asociados al signo de *M. roreri*, a partir de colectas en campo en Villa Tecolutilla, municipio de Comalcalco, Tabasco, para generar material biológico (cepario) del Laboratorio de Fitopatología. Para el aislamiento directo, se empleó medio de cultivo MEA sólo para *M. roreri* y dilución en serie PDA, ambos medios con antibiótico de cloranfenicol. Los géneros obtenidos fueron: 1. *Penicillium*, que a nivel cultural presenta una colonia verdosa de aspecto polvoso, los conidios forman cadenas, 2. *Colletotrichum*, que forma una colonia con anillos de color naranja oscuro, y sus conidios son en forma de bacilos, 3. *Fusarium*, que forma una colonia blanquecina, algodonosa, y presenta micro y macroconidios, y 4. *Cladosporium*, cuya colonia es de color verde olivo, de aspecto polvoso, con conidios elipsoides, que forman ramoconidios. Se concluye, que la biodiversidad de hongos presentes genera una alternativa para el control biológico de *M. roreri*.

**Palabras clave:** *Theobroma cacao*, podredumbre helada, monilia, organismos benéficos, control biológico.



## CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL Y FUNCIONAL DE NOPAL [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck] DESHIDRATADO

Fabela Illescas Héctor Enrique<sup>1</sup>, Palma Rodríguez Heidi María<sup>1</sup>, Castro Mendoza Marisol Patricia<sup>1</sup>, Montalvo González Efigenia<sup>2</sup>, Vargas Torres Apolonio<sup>1</sup> y Hernández Uribe Juan Pablo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

[heurjupa@gmail.com](mailto:heurjupa@gmail.com)

<sup>2</sup>Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos. Instituto Tecnológico de Tepic.

### RESUMEN

El interés por el nopal deshidratado ha aumentado considerablemente en los últimos años en México; su bajo contenido calórico, su alto contenido de fibra y sus compuestos bioactivos, lo convierten en un ingrediente ideal para la elaboración de alimentos funcionales. *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck es un nopal no convencional, poco estudiado. Se cosecha durante todo el año y normalmente se comercializa localmente en el país, por lo que, su potencial económico es infravalorado y en su mayoría desconocido por otros mercados, especialmente en las regiones alejadas de las zonas de cultivo. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar nutricional y funcionalmente *N. cochenillifera* deshidratado en polvo. El trabajo se realizó durante el periodo de febrero a abril de 2020 en el Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, localizado en Tulancingo, Hgo. Se utilizaron 114 cladodios con un estado de madurez de más de 70 días desde su brote, los cuales se secaron a 45°C durante 48 h y se tamizaron con una malla de 100 µm. Los resultados del análisis químico proximal mostraron que el contenido de carbohidratos fue de 75.16%, el de ceniza de 17.5%, el de proteínas de 6.44%, el de grasas de 1.2% y el contenido total de fibra dietética del 18.41%, siendo mayor el contenido de fibra insoluble con 16.92%. *N. cochenillifera* mostró una capacidad de absorción de agua y aceite de 12.5 y 2.05% respectivamente, una capacidad de absorción de glucosa de 4 a 12.9%, así como una capacidad de hinchamiento de 25%. De acuerdo a los resultados, *N. cochenillifera* podría ser una fuente importante de fibra, con propiedades funcionales, lo que es de gran interés para su

posible incorporación a la industria alimentaria, mediante la preparación de alimentos funcionales que contribuyan en la prevención de enfermedades crónicas. No obstante, en el futuro deben realizarse estudios para determinar su tolerancia, acción y efectividad en animales y seres humanos.

**Palabras clave:** Cladodios, fibra dietética, fibra insoluble.

## EVALUACIÓN FINANCIERA DEL MÓDULO DE VALIDACIÓN DE DOBLE PROPÓSITO “EL PARAÍSO”

Calderón Robles René Carlos<sup>1\*</sup>, Calderón Chagoya René<sup>2</sup>, Ríos Utrera Ángel<sup>1</sup>, Vega Murillo Vicente Eliezer<sup>3</sup>, Lagunes Lagunes Juvencio<sup>4</sup> y Andrés Luna Atanasio<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación Regional Golfo Centro. INIFAP. [calderon.rene@inifap.gob.mx](mailto:calderon.rene@inifap.gob.mx)

<sup>2</sup>CENID Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP

<sup>3</sup>FMVZ. Universidad Veracruzana.

<sup>4</sup>Técnico independiente.

### **RESUMEN**

Se determinó la rentabilidad del módulo de doble propósito “El Paraíso”, en Ayotoxco, Puebla, donde se está validando tecnología pecuaria generada en el INIFAP. Este módulo se localiza a 240 m de altitud en clima subtropical húmedo, con temperatura media de 23°C y 2,200 mm de precipitación pluvial. Cuenta con 100 ha establecidas con pastos del género *Brachiaria*, 40 ha con gramas nativas (*Axonopus* sp. y *Paspalum* sp.) y 3 ha con caña japonesa (*Saccharum sinense* Roxb.). En el periodo de evaluación (enero a diciembre de 2019) se manejaron en promedio mensual 133 vacas, 93 becerras y novillonas, 22 machos destetados, 113 crías y cuatro sementales. El análisis financiero se realizó con la metodología propuesta por INIFAP para evaluaciones económicas de unidades de producción pecuaria, basada principalmente en el método de análisis de ingresos, donde se emplean precios corrientes o de mercado, y se determinaron con base en los gastos de operación (\$2'305,083). La producción anual de 2019 fue de 374,141 kg. El ingreso generado fue \$2'893,607, constituido por venta de: leche (\$2'181,242), 45 becerros (\$387,765), 12 animales de desecho (\$105,600) y 19 cabezas potenciales (\$219,000). El costo del kilogramo de leche y becerro producidos fue de \$4.78 y \$41.11, respectivamente. El precio de venta del kilogramo de leche fue de \$5.83 y el de becerro de \$47.90. La eficiencia económica se midió mediante la utilidad bruta (\$588,524), la rentabilidad sobre los gastos de operación (25.5%) y el margen de utilidad que fue de \$1.19 (24.9%) para el kilogramo de leche y \$7.99 (19.4%) para el kilogramo de becerro. Se concluye que la inversión en ganado de doble propósito es alentadora, al

obtener de utilidad 25.5 centavos por cada peso invertido y márgenes de ganancia aceptables de \$1.19 a \$7.99, dependiendo del producto.

**Palabras clave.** Rentabilidad, costos, doble propósito, bovinos, trópico.

## RENDIMIENTO DE MAÍZ EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA, EN EL ESTADO DE MORELOS

Aguilar Carpio Cid<sup>1\*</sup>, Arenas Julio Yasmani Rafael<sup>2</sup> y Sánchez Mendoza Selene<sup>3</sup>

<sup>1</sup>IDAGRO S de RL de CV. [cid.aguilar.carpio@gmail.com](mailto:cid.aguilar.carpio@gmail.com)

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. UAEM.

<sup>3</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

### RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es el principal cultivo en México, con una superficie sembrada anualmente de alrededor de ocho millones de hectáreas. Los principales nutrientes que demanda este cultivo normalmente se presentan en niveles deficientes en el suelo, por lo que se tienen que proporcionar mediante la aplicación de fertilizantes químicos u abonos orgánicos. El uso de fertilizantes orgánicos como complemento a la fertilización química, puede ser una opción para aumentar el rendimiento del cultivo y conservar el ambiente. Por esta razón, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo del maíz híbrido DK-2069. El experimento se estableció bajo condiciones de riego en Tlayacapan, Morelos, en noviembre de 2018. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo formada por cuatro surcos de 0.8 m de ancho por 4 m de largo. La densidad de población fue de 6.25 plantas m<sup>-2</sup>. Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1. Fertilización química (96-42-36), 2. Fertilización orgánica con Natur-Abono (2 t ha<sup>-1</sup>), 3. Fertilización química (96-42-36) + fertilización orgánica (2 t ha<sup>-1</sup>), y 4. Testigo sin aplicación. La fertilización química se dividió en dos partes; en la primera, al momento de la siembra se aplicó todo el fósforo y el potasio, además de una fracción del nitrógeno (40-70-60), y al mismo tiempo se incorporó el fertilizante orgánico; el resto del nitrógeno se aplicó a los 30 después de la siembra. En la etapa de madurez fisiológica se evaluaron las variables: rendimiento de grano, peso y número de granos por mazorca. El mayor rendimiento de grano (3.751 t ha<sup>-1</sup>), peso (76 g) y número de granos por mazorca (447) se obtuvo con la combinación de la fertilización química y orgánica, aunque no hubo diferencia significativa con respecto

a los tratamientos en que se aplicó fertilizante químico u orgánico, pero sí con respecto al testigo sin aplicación.

**Palabras clave:** Nutrición, producción, materia orgánica.

## ALMIDÓN DE CHAYOTEXTLE [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] UNA ALTERNATIVA POTENCIAL PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Paniagua López Víctor Hugo<sup>1</sup>, Palma Rodríguez Heidi María<sup>1</sup>, Vargas Torres Apolonio<sup>1</sup>,  
Navarro Cortés Ricardo Omar<sup>1</sup> y Hernández Uribe Juan Pablo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
[\[theurjupa@gmail.com\]](mailto:theurjupa@gmail.com)

### RESUMEN

En la búsqueda de nuevas fuentes alternativas de almidón para la industria alimentaria, con propiedades similares a los almidones convencionales, se encuentra el chayotextle [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.], una raíz tuberizada rica en almidón, que puede ser atractiva para la industria alimentaria, debido a que su almidón posee mayor viscosidad que el de la papa, característica que puede aprovecharse para la generación de nuevos productos. El objetivo de este trabajo fue determinar las características fisicoquímicas y funcionales del almidón de chayotextle, para evaluar su posible uso como aditivo alimentario. Se analizó el color, las propiedades térmicas y de viscosidad, así como la capacidad de absorción de agua, aceite y la solubilidad del almidón. Los parámetros de color del almidón de chayotextle (ACH) ( $L^*$ :80.31,  $a^*$ :0.18,  $b^*$ :1.58) fueron diferentes al almidón comercial (AC) ( $L^*$ :89.68,  $a^*$ :-0.06 y  $b^*$ :2.07) utilizado como control. La temperatura de gelatinización (62.45°C) del ACH fue similar al AC (62.34°C), pero la entalpía fue distinta (11,440 J/kg y 6,590 J/kg, respectivamente). Por otro lado, el perfil de viscosidad para el ACH, mostró un pico de viscosidad mayor (13.582 Pa·s), que el del AC (12.167 Pa·s), mientras que la viscosidad final disminuyó drásticamente en el ACH (4.307 Pa·s) y para el AC la viscosidad se mantuvo (12.121 Pa·s); no obstante, la temperatura de empastado del ACH (68.6°C) fue similar al AC (69.4°C). La capacidad de absorción de agua y aceite del ACH fue similar (2.03 g agua/g y 1.7 g aceite/g) al comercial (2.12 g agua/g y 1.76 g aceite/g); sin embargo, el porcentaje de solubilidad del ACH fue de (0.5%), inferior al AC de (1.4%). Los resultados muestran que el almidón de chayotextle posee propiedades fisicoquímicas similares a un almidón comercial, lo que lo hace una materia prima atractiva para su posible aplicación en alimentos procesados.

**Palabras clave:** Aprovechamiento, tubérculo, novedoso, ingrediente, funcional.



## RENDIMIENTO DE GIRASOL EN FUNCIÓN DEL BIOFERTILIZANTE EN MONTECILLO, ESTADO DE MÉXICO

Arenas Julio Yasmani Rafael<sup>1\*</sup>, Herrera Tapia Francisco<sup>1</sup> y Aguilar Carpio Cid<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. UAEM. yasmani18@yahoo.com.mx

<sup>2</sup>IDAGRO S de RL de CV. cid.aguilar.carpio@gmail.com

### RESUMEN

En los últimos años, en México la superficie sembrada con girasol (*Helianthus annuus* L.), se ha incrementado, debido a que esta planta produce un alto contenido de aceite. La fertilización nitrogenada en el girasol es esencial para incrementar el desarrollo del follaje, lo que se refleja en mayor rendimiento de grano. Los nutrientes pueden proporcionársele a las plantas mediante la fertilización química, o con la aplicación de biofertilizantes formulados con bacterias u hongos que son capaces de proveer a la planta diferentes nutrientes en forma asimilable. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del biofertilizante sobre el rendimiento del girasol en Montecillo, Estado de México. Se sembró el cultivar Victoria (aceitero), en parcelas de cinco surcos de 5 m de longitud. El diseño experimental fue bloques completos al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos en estudio fueron 1. Biofertilizante formulado con bacterias fijadoras de nitrógeno *Azospirillum* y hongos micorrízico (*Glomus* sp.), 2. Testigo sin biofertilizante. A la cosecha se evaluaron principalmente biomasa total y rendimiento de grano. Durante el periodo de estudio las temperaturas máximas y mínimas oscilaron entre 22 y 33°C y 0 y 10°C, respectivamente, con precipitación pluvial de 386 mm. La ocurrencia de las etapas fenológicas fue similar entre tratamientos: la emergencia ocurrió ocho días después de la siembra (dds), la floración a los 68 dds y a los 120 dds, la madurez fisiológica. La aplicación del biofertilizante incrementó la biomasa total y el rendimiento de grano en 28.4 y 15.6%, respectivamente con relación al testigo.

**Palabras clave:** Bacterias fijadoras, hongos micorrízico, rendimiento de grano, biomasa total.



## COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE HARINA DE CAMOTE OBTENIDA MEDIANTE DOS MÉTODOS DE SECADO

Castro Mendoza Marisol Patricia<sup>1</sup>, Palma Rodríguez Heidi María<sup>1</sup>, Hernández Uribe Juan Pablo<sup>1</sup> y Vargas Torres Apolonio<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

[apolovt@hotmail.com](mailto:apolovt@hotmail.com)

### RESUMEN

El camote [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] es fuente de carbohidratos, proteínas, fibra dietética y vitaminas, sin embargo, su corta vida de anaquel ha propiciado que se busquen alternativas para su conservación; la elaboración de harina es una estrategia viable para darle valor agregado. El objetivo de este trabajo fue comparar el efecto de dos métodos de secado (liofilizado y secado por convección) sobre la composición química y propiedades funcionales de la harina de dos tipos de camote. El estudio se realizó en el Instituto de Ciencias Agropecuarias en Tulancingo de Bravo, Hidalgo, durante el periodo de enero a mayo de 2020. Se utilizaron 10 kg de camotes de color amarillo y morado. La harina se obtuvo mediante dos métodos de secado: liofilización (-20°C/26 h) y secado en horno (40°C/18 h); posteriormente se molieron en un molido UDY y tamizaron con malla 100. Los resultados mostraron que el camote amarillo tiene un mayor contenido de proteína (5.57%), grasa (0.89%) y fibra (7.52%), en comparación con el camote morado (2.15%, 0.59% y 0.31%, respectivamente). Las harinas de camote morado y amarillo secadas en horno, mostraron valores de índice de absorción de agua más altos (2.50 y 3.07 g/g) en comparación con las liofilizadas (2.19 y 2.50 g/g), lo cual pudo deberse a que, durante el secado con aire caliente, los gránulos de almidón sufren daño, lo cual hace que absorban una mayor cantidad de agua. Los resultados de índice de solubilidad, índice de absorción de aceite y actividad de emulsión no fueron afectados por el método de secado. De acuerdo con los resultados, la harina de camote secada mediante liofilización y horno puede utilizarse en la formulación de productos funcionales, ayudando a mejorar la composición nutricional.

**Palabras clave:** *Ipomoea batatas*, camote morado, camote amarillo, secado en horno, liofilización.

## CARACTERÍSTICAS POSTCOSECHA DE TRES CULTIVARES DE CHAYOTE [*Sechium edule* (Jacq.) Swartz]

Ramírez Rodas Yeimy C.<sup>1</sup>, Arévalo Galarza Ma. de Lourdes<sup>1\*</sup>, Cadena Íñiguez Jorge<sup>2</sup>,  
Delgado Alvarado Adriana<sup>3</sup> y Ruiz Posadas Lucero del Mar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. larevalo@colpos.mx

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados. Campus San Luis Potosí.

<sup>3</sup>Colegio de Postgraduados. Campus Puebla.

### RESUMEN

La demanda de chayote (*S. edule*) (Cucurbitaceae) para su exportación se ha incrementado en los últimos años; para este fin, generalmente se utiliza la variedad *virens levis* (verde liso), pero esta tendencia ha cambiado. En los últimos años se ha incrementado la demanda de las variedades *nigrum spinosum* y *nigrum xalapensis* para el mercado de exportación. Sin embargo, los requerimientos para el almacenamiento en postcosecha de los frutos de las tres variedades no son los mismos; es por ello que se caracterizaron los frutos de las variedades: *v. levis*, *n. xalapensis* y *n. spinosum*, procedentes del Banco Nacional de Germoplasma de *Sechium edule*, México. Las variables evaluadas para la caracterización de los frutos fueron: pérdida de peso, contenido de agua, color (°Hue, Chroma, L), acidez titulable, contenido de clorofila, sólidos solubles totales (SST), azúcares totales, tamaño de estomas, frecuencia estomática y tasa de transpiración. Se realizó un análisis estadístico con diseño completamente al azar y pruebas de Tukey ( $p < 0.05$ ); se usó el software R Core Team. Los frutos de *n. xalapensis* y *n. spinosum* tienen mayor contenido de clorofilas, SST y azúcares totales, y son de color verde más oscuro que los de *v. levis*. Los frutos de *n. spinosum* presentaron senescencia más pronto, son los que tienen mayor pérdida de peso y frecuencia estomática, tasa de transpiración alta a temperatura ambiente ( $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ) superior a las otras dos variedades.

**Palabras clave:** *virens levis*, *nigrum xalapensis*, *nigrum spinosum*, frecuencia estomática, transpiración.



***Pseudocercospora acalyphincola* Petr., UN POTENCIAL CONTROLADOR  
BIOLÓGICO DE LA MALEZA *Acalypha mexicana* Müll. Arg**

Espadas Reséndiz Marcos<sup>1\*</sup>, Gilbón Carrasco Verónica G.<sup>1</sup> y Zita Padilla Gloria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM.

[marcospadasresendiz@gmail.com](mailto:marcospadasresendiz@gmail.com)

### RESUMEN

La hierba del cáncer *Acalypha mexicana* Müll. Arg es una planta arvense y ruderal, de la familia Euphorbiaceae. Es común encontrarla en cultivos de maíz, alfalfa, caminos y parcelas abandonadas, en los campos agrícolas de la FESC. Esta hierba anual de .5 m en promedio florece en verano. Durante el mes de agosto se observaron manchas necróticas foliares en prácticamente toda la población, con una severidad aproximada del 40%. Estas manchas necróticas miden de 1 a 7 milímetros de diámetro, coalescen dando origen a un síntoma tipo tizón con un amarilleo extensivo que llega a cubrir toda la lámina foliar. A partir de estas manchas se tomaron muestras de tejido enfermo, y se incubó en medios de cultivo. A partir del medio de cultivo específico de hojas de zanahoria-agar con cloranfenicol a 200µg/ml, se obtuvo un cultivo puro que mediante métodos morfométricos se identificó como *P. acalyphincola*. A partir de una solución madre de una concentración de  $1 \times 10^6$  conidios de *P. acalyphincola*., se preparó el inóculo a una concentración de  $4 \times 10^3$  y se asperjó en plantas de *A. mexicana* sanas, las cuales fueron mantenidas en invernadero a 28°C durante tres días. Los ejemplares presentaron los mismos síntomas y signos que se encontraron en campo, en el reaislamiento se comprobó que se trataba de *P. acalyphincola*. Este fitopatógeno es saprobio facultativo, con un período de incubación corto, y con presencia abundante de signo, capaz de desarrollarse en medios de cultivos artificiales y semiartificiales, por lo que podría ser un buen candidato como controlador de esta maleza.

**Palabras clave:** control biológico, arvense, ruderal, manchas foliares





## ÍNDICE DE AUTORES

<b>Autor</b>				<b>Página</b>
Aguilar	Fuentes	Javier		1
Aguilar	Carpio	Cid		<a href="#">33</a> , <a href="#">35</a>
Alvarado	Rosales	Dionicio		<a href="#">6</a>
Andrés	Luna	Atanasio		<a href="#">32</a>
Aquino	Martínez	Jesús	Gaudencio	4
Arenas	Julio	Yasmani	Rafael	<a href="#">33</a> , <a href="#">35</a>
Arévalo	Galarza	María de	Lourdes	<a href="#">38</a>
Arrúa		Fiorella		<a href="#">11</a>
Arrúa		Andrea	Alejandra	<a href="#">11</a> , <a href="#">12</a> , <a href="#">13</a>
Astudillo	Sánchez	Claudia	C.	<a href="#">39</a>
Becerra	Leor	Enrique	Noé	<a href="#">20</a> , <a href="#">21</a> , <a href="#">28</a> , <a href="#">30</a>
Blancas	Tapia	Rafael		<a href="#">9</a>
Borda	Mamani	Roxana		<a href="#">16</a> , <a href="#">17</a>
Cadena	Iñiguez	Jorge		<a href="#">38</a>
Calderón	Robles	René	Carlos	<a href="#">32</a>
Calderón	Chagoya	René		<a href="#">32</a>
Capetillo	Burela	Ángel		<a href="#">19</a> , <a href="#">22</a> , <a href="#">23</a> , <a href="#">24</a> , <a href="#">25</a> , <a href="#">27</a>
Castaño	Acosta	Rodrigo		<a href="#">9</a>
Castro	Mendoza	Marisol	Patricia	<a href="#">31</a> , <a href="#">36</a>
Chávez	de la Cruz	María	Fernanda	<a href="#">10</a>
Cobos	Corado	Olga	Isabel	<a href="#">5</a>
Correa	Bolaños	Jessica	Itzel	<a href="#">8</a>
Cruz	Romero	Pablo		<a href="#">18</a>
De la O	Aguilar	Paola		<a href="#">8</a>
Delgado	Alvarado	Adriana		<a href="#">38</a>
Domínguez	Monge	Santiago		<a href="#">25</a>
Espadas	Reséndiz	Marcos		<a href="#">16</a> , <a href="#">17</a> , <a href="#">29</a>
Esqueda	Esquivel	Valentín	A.	<a href="#">3</a> , <a href="#">20</a> , <a href="#">21</a> , <a href="#">27</a> , <a href="#">28</a> , <a href="#">29</a> , <a href="#">30</a>
Fabela	Illescas	Héctor	Enrique	<a href="#">31</a>
Fernández		Danilo		<a href="#">11</a> , <a href="#">12</a> , <a href="#">13</a>
Fernández	Mendiola	Jonathan	Alfredo	<a href="#">40</a>
Ferreira		Eduardo	Ramón	<a href="#">11</a> , <a href="#">12</a>
Flores	de la Rosa	Felipe	Roberto	<a href="#">25</a> , <a href="#">26</a>
Flores	Maldonado	Karla		<a href="#">39</a>

Fragoso	Islas	Abraham		<a href="#">7</a>
Fragoso	Torres	María	Isabel	<a href="#">14</a>
García	Ávila	Clemente	de Jesús	<a href="#">6</a>
Garrido	Ramírez	Eduardo	Raymundo	<a href="#">3</a>
Gilbón	Carrasco	Verónica	G.	<a href="#">29</a>
Gómez	García	Carlos		<a href="#">2</a>
González	Lara	Fabiola	Donají	<a href="#">10</a>
Gutiérrez	Espinosa	María	Alejandra	<a href="#">37</a>
Hernández	Sánchez	Rocío	Sara      Valentina	<a href="#">4</a>
Hernández	Uribe	Juan	Pablo	<a href="#">31</a> , <a href="#">34</a> , <a href="#">36</a>
Hernández	Martínez	Miguel		<a href="#">42</a> , <a href="#">43</a>
Herrera	Tapia	Francisco		<a href="#">35</a>
Ibarra	Pérez	Francisco	Javier	<a href="#">3</a>
Jandete	Vera	Florencio		<a href="#">40</a>
Jiménez	Jiménez	Magali		<a href="#">30</a>
Juárez	Lagunes	Francisco	Indalecio	<a href="#">7</a>
Lagunes	Lagunes	Juvencio		<a href="#">32</a>
López	Martínez	Blendi		<a href="#">1</a>
López	Vázquez	María	Enriqueta	<a href="#">27</a>
Márquez	Rivera	Flor	Selenia	<a href="#">14</a>
Marroquín	Agreda	Francisco	Javier	<a href="#">1</a>
Martínez	Aguilera	Edna		<a href="#">5</a>
Martínez	Cerón	Roxana	Jaquelin	<a href="#">10</a>
Martínez	García	Luis	Gerardo	<a href="#">40</a>
Martínez	Hernández	Miguel		<a href="#">41</a>
Mascorro	Gallardo	José	Oscar	<a href="#">37</a>
Matilde	Hernández	Cristian		<a href="#">25</a>
Medina	Cázares	Tómas		<a href="#">41</a> , <a href="#">42</a> , <a href="#">43</a>
Mondragón	Hernández	Aimeé		<a href="#">14</a>
Monroy	Martínez	Sonia		<a href="#">6</a>
Montalvo	González	Efigenia		<a href="#">31</a>
Montero	Lagunes	Maribel		<a href="#">7</a>
Montero	Tavera	Víctor		<a href="#">41</a> , <a href="#">43</a>
Montes	Hernández	Salvador		<a href="#">42</a>
Moreno	Lara	Josefina		<a href="#">14</a>
Navarro	Cortez	Ricardo	Omar	<a href="#">34</a>
Olazar		Fiorella	Geraldine	<a href="#">12</a>
Orihuela	Solano	Zenón		<a href="#">4</a>
Ortega	Jiménez	Eusebio		<a href="#">25</a>

Palma	Rodríguez	Heidi	María	<a href="#">31</a> , <a href="#">34</a> , <a href="#">36</a>
Paniagua	López	Víctor	Hugo	<a href="#">34</a>
Parra		Yadira	Rocío	<a href="#">11</a> , <a href="#">12</a> , <a href="#">13</a>
Quezada	Cortés	Frida	Daniela	<a href="#">9</a>
Quezada	Viay	Martha	Yolanda	<a href="#">14</a>
Ramírez	Zarate	Stephany	Nataly	<a href="#">14</a>
Ramírez	Rodas	Yeimy	Clemencia	<a href="#">38</a>
Reynolds	Chávez	Marco	Antonio	<a href="#">27</a>
Ríos	Domínguez	Guadalupe		<a href="#">4</a>
Ríos	Utrera	Ángel		<a href="#">7</a> , <a href="#">32</a>
Riviello	Cogco	Enrique		<a href="#">37</a>
Robledo	Paz	Alejandrina		<a href="#">37</a>
Rodríguez	Quibrera	Cynthia	Guadalupe	<a href="#">26</a>
Rosas	González	Xóchitl		<a href="#">20</a> , <a href="#">28</a> , <a href="#">30</a>
Ruiz	Castañares	Kevin		<a href="#">8</a>
Ruiz	Posadas	Lucero del Mar		<a href="#">38</a>
Sánchez	Mendoza	Selene	Mariana	<a href="#">33</a>
Santillán	Mendoza	Ricardo		<a href="#">25</a> , <a href="#">26</a>
Segura	León	Obdulia	Lourdes	<a href="#">6</a>
Sierra	Benítez	Angélica	María	<a href="#">15</a>
Sotelo	Noguez	Edgar	Orlando	<a href="#">40</a>
Torres	Vargas	Golda	Meyer	<a href="#">15</a>
Tosquy	Valle	Oscar	Hugo	<a href="#">3</a>
Treviño	Carreón	Jacinto		<a href="#">39</a>
Vargas	Torres	Apolonio		<a href="#">31</a> , <a href="#">34</a> , <a href="#">36</a>
Vargas	Tristán	Virginia		<a href="#">39</a>
Vargas	Márquez	Rubén		<a href="#">40</a>
Vega	Murillo	Vicente	Eliezer	<a href="#">32</a>
Velázquez	Ortega	José	Luis	<a href="#">18</a>
Villarreal	Fuentes	Juan	Manuel	<a href="#">1</a>
Zárate	Martínez	Juan	Prisciliano	<a href="#">7</a>
Zetina	Lezama	Rigoberto		<a href="#">21</a> , <a href="#">22</a> , <a href="#">24</a> , <a href="#">25</a> , <a href="#">27</a>
Zita	Padilla	Gloria	De los Ángeles	<a href="#">17</a> <a href="#">29</a>

## PALABRAS CLAVE

#	Palabra Clave	#	Palabra Clave
1	Abejas	43	DAS-ELISA
2	Acame	44	Diagnóstico
3	Aceite	45	Diseño de colmena
4	Alfalfa	46	Por sequía
5	Andosol	47	Disponibilidad de agua
6	Anillamiento del aguacatero	48	Doble propósito
7	Antioxidante	49	Dosis
8	Apicultor	50	Ecotipos
9	Aprovechamiento	51	Educación
10	Bacterias fijadoras	52	Educación a distancia
11	Bagazo	53	Educación superior
12	Bentazona	54	Efecto antifúngico
13	Biodegradable	55	Elicitores
14	Biomasa total	56	Somática
15	Bovinos	57	Endulzante
16	Cambisol	58	Enfermedades
17	Camote amarillo	59	Enfermedades virales
18	Camote morado	60	Engañoso
19	Capacidad oxidativa	61	Ensayo de contacto
20	Caracterización	62	Erosión
21	Morfológica	63	Erosión genética
22	Celulosa	64	Erosión hídrica
23	Cepa	65	Erysiphales
24	Chicozapote	66	Estomática
25	Cladodios	67	Estrellita
26	Taxonómica	68	Etiqueta
27	Clorosis	69	Evaluación
28	<i>Coffea arabica</i> L.	70	Extinción
29	Confinamiento	71	Factores climáticos
30	Consumo voluntario	72	FAS
31	Control biológico	73	Fauna del suelo
32	Control Químico	74	Fertilización
33	Biológico	75	Fibra dietética
34	Costos	76	Fibra insoluble
35	Costos fijos	77	Filtro de escurrimientos
36	Costos variables	78	Fitotoxicidad
37	Cov's	79	Floricultura
38	Covid 19	80	Fluazifop-butil
39	Becerras	81	Fraude alimentario
40	Cultivares	82	Frecuencia
41	Cultivo de tejidos	83	Funcional
42	<i>Cuscuta tinctoria</i>	84	Halo de inhibición
85	Herbario	128	PCR

86	Hidrodestilado	129	Percepción
87	HLB	130	Temperatura
88	Hongos del suelo	131	Período de transición
89	Hongos micorrízico	132	Pescados
90	Hortalizas	133	Phaseolus vulgaris L.
91	Hortícolas	134	Plagas
92	Ingrediente	135	Plagas y enfermedades
93	Inversión	136	Podredumbre helada
94	Ipomoea batatas	137	Poliuretano
95	Labranza mecanizada	138	Porosidad
96	Ladera	139	Producción
97	Líneas avanzadas	140	Recursos hídricos
98	Liofilización	141	Crecimiento
99	Maíz	142	Rendimiento
100	Maíz intercalado	143	Rendimiento de grano
101	Maleza	144	Rentabilidad
102	Malezas	145	Fitopatógenos
103	Manchado	146	Resistencia
104	Manejo integrado	147	L.
105	Vascular	148	Secado en horno
106	Materia orgánica	149	Segunda ley de Fourier
107	Materiales	150	Computacional
108	Materiales criollos	151	Geográfica
109	MIAF	152	Sólidos solubles
110	Mildiu polvosa	153	Suelo
111	Monilia	154	Tamaño de fruto
112	Monitoreo de plagas	155	Theobroma cacao
113	Mortalidad posnatal	156	Tolerancia
114	Mosaico	157	Transpiración
115	Multidisciplinario	158	Trips
116	Nigrum spinosum	159	TrnL-F.
117	Nigrum xalapensis	160	Trópico
118	Normativa	161	TSWV
119	Novedoso	162	Tubérculo
120	Nutrición	163	Valor de rescate
121	Omega 9	164	Variabilidad
122	Organismos benéficos	165	Varietades
123	Oryza sativa L.	166	Prolongada
124	Osmóticos	167	Veracruz
125	PAPIME	168	Virens levis
126	Paraguay	169	Zea mays L.
127	Pasto		