



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL



PRODUCCIÓN  
AGROALIMENTARIA  
EN EL TRÓPICO  
Maestría en Ciencias



# MEMORIA AVANCES DE INVESTIGACIÓN 2019-2020 COLPOS-CAMPUS TABASCO



**23 al 26 de Marzo 2021**

COLEGIO DE POSTGRADUADOS-CAMPUS TABASCO  
Periférico Carlos A. Molina s/n, H. Cárdenas, Tabasco



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL



## **Memoria de Avances de Investigación 2019-2020**

DR© COLEGIO DE POSTGRADUADOS  
Carretera Federal México-Texcoco Km 36.5,  
C.P. 56230, Montecillo, Texcoco, México  
Primera Edición 2021

### **Revisores y Editores**

Valdez-Balero Apolonio  
Solana-Villanueva Nélyda  
Hernández-Nataren Edith  
Lagunes-Espinoza Luz del Carmen

### **ISSN:**

Prohibida la reproducción parcial o total de la obra sin permiso expreso del COLEGIO DE POSTGRADUADOS o de los autores.

Se autoriza el uso de la información contenida en este libro para fines de enseñanza, investigación y difusión del conocimiento, siempre que se realice la cita correspondiente y se reconozcan los créditos de cada autor.

Las ideas, datos y opiniones expresadas en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del Colegio de Postgraduados.

Impreso en México / Printed in Mexico

**CITA RECOMENDADA:** Valdez-Balero A., Solana-Villanueva N., Hernández-Nataren E., Lagunes-Espinoza L.C. 2021. Memoria de Avances de Investigación 2019-2020 del COLPOS-Campus Tabasco. 23 al 26 de marzo de 2021. H. Cárdenas, Tabasco, MÉXICO.



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL



**MEMORIA AVANCES DE INVESTIGACIÓN  
COLPOS CAMPUS TABASCO 2019-2020**

# **MEMORIA**

## **AVANCES DE INVESTIGACIÓN**

### **2019-2020**

#### **COLPOS-Campus Tabasco**

Publicado en versión digital el 23 de marzo de 2021



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL



## **Colegio de Postgraduados** **Directorio**

---

**Dr. Alberto Enrique Becerril Román**

*Secretario Académico a cargo de los Asuntos de la Dirección General*

**Lic. Gabriel Martínez Hernández**

*Secretario Administrativo*

**Dr. Alejandro Alarcón**

*Director de Educación*

**Dr. José Abel López Buenfil**

*Director de Investigación*

**Dr. Francisco Escobar Vega**

*Director de Vinculación*

## **Campus Tabasco** **Directorio**

---

**Dr. César Jesús Vázquez Navarrete**

*Encargado de las funciones de Director de Campus*

**Dr. Joaquín Alberto Rincón Ramírez**

*Subdirector de Educación*

**Dra. Luz del Carmen Lagunes Espinoza**

*Subdirectora de Investigación*

**Dr. Hilario Becerril Hernández**

*Subdirector de Vinculación*

**CPA. María Gabriela Martínez Quintana**

*Subdirectora Administrativa*

## **Comité Académico de Campus**

---

**Dr. César Jesús Vázquez Navarrete**

*Presidente*

**Dr. Joaquín Alberto Rincón Ramírez**

*Vocal*

**Dra. Luz del Carmen Lagunes Espinoza**

*Vocal*

**Dr. Hilario Becerril Hernández**

*Vocal*

**Dr. Sergio Salgado García**

*Vocal, Representante del Área de Conocimiento Ambiente*

**Dr. Armando Guerrero Peña**

*Vocal, Representante del Área Conocimiento Agricultura*

**Dra. Nélyda Solana Villanueva**

*Vocal, Representante del Área Conocimiento Sociedad*



---

## Representantes de Áreas de Conocimiento

---

**Dr. Sergio Salgado García**

*Representante del Área de Conocimiento Ambiente*

**Dr. Armando Guerrero Peña**

*Representante del Área Conocimiento Agricultura*

**Dra. Nélyda Solana Villanueva**

*Representante del Área Conocimiento Sociedad*

---

## Coordinadores de posgrado y representantes LGACs

---

**Dr. Juan Manuel Zaldívar Cruz**

*Maestría en Ciencias en Producción Agroalimentaria en el Trópico (PROPAT)*

**Dr. David Jesús Palma López**

*Doctorado en Ciencias en Agrícolas en el Trópico (PRODOCAT)*

**Dra. María del Carmen Rivera Cruz**

*LGAC-PROPAT Manejo de recursos naturales para la producción agroalimentaria*

**Dr. Julián Pérez Flores**

*LGAC-PROPAT Sistemas sustentables de producción agrícola y pecuaria*

**Dr. Sergio Salgado García**

*LGAC-PRODOCAT Sistemas sustentables de producción agrícola*

**Dr. Luis Manuel Vargas Villamil**

*LGAC-PRODOCAT Sistemas sustentables de producción pecuaria*

**Dr. David Jesús Palma López**

*LGAC-PRODOCAT Manejo y conservación de recursos naturales*

**Dr. Pedro Antonio Moscoso Ramírez**

*LGAC-PRODOCAT Valor agregado, innovación y consumo responsable*

---

## Comité de Avances de Investigación 2019-2020

---

**Dr. Apolonio Valdez Balero**

*Coordinador*

**Dra. Nélyda Solana Villanueva**

**Dra. Edith Hernández Nataren**



# PRESENTACIÓN

El Colegio de Postgraduados Campus Tabasco les da la más cordial bienvenida al **Evento de Avances de Investigación de las Áreas del Conocimiento 2019-2020** que, este año, se desarrolla en modalidad virtual del 23 al 26 de marzo de 2021. Desde hace varios años, este evento institucional es uno de los espacios que el Campus Tabasco tiene para mostrar a la comunidad científica y público en general los resultados de sus investigaciones en materia agroalimentaria.

El propósito del Evento Avances de Investigación es fomentar el aprendizaje, la inspiración, lo novedoso y principalmente, provocar una discusión científica de retroalimentación. Este evento muestra temas que están relacionados con las áreas del conocimiento a nivel Campus y con las líneas de generación y/o aplicación del conocimiento (LGAC) de nuestros programas de posgrado: la Maestría en Ciencias en Producción Agroalimentaria en el Trópico y el Doctorado en Ciencias Agrícolas en el Trópico, y más específicamente con la Misión del Colegio de Postgraduados en explorar el potencial de nuestra región para mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Las circunstancias de la contingencia sanitaria por virus SARS-Cov2, han revolucionado las formas de comunicación, lo que en el ámbito educativo y de investigación se traduce en la necesidad de incentivar la creatividad para transmitir los conocimientos generados más allá de las puertas de nuestra institución, usando las facilidades que aportan las experiencias online.

En su edición 2019-2020, los profesores integrantes de las áreas del conocimiento Agricultura, Ambiente y Sociedad han presentado los resúmenes de 35 trabajos de investigación producto de sus proyectos registrados en la Matriz de Investigación del Campus Tabasco. Estas investigaciones abordan avances en diferentes tópicos sobre cultivos perennes, anuales, especies nativas subutilizadas, sobre sistemas pecuarios y la sociedad rural. Es nuestro interés, que los resultados que se presentan sirvan para incentivar el deseo de investigar a los jóvenes que nos escuchan, para generar intercambios académicos y empresariales para avanzar y mejorar las investigaciones realizadas, y finalmente para que la sociedad conozca un poco más del quehacer COLPOS-Campus Tabasco.

Agradecemos por anticipado su entusiasmo e interés para formar parte de este importante evento y esperamos tenga una agradable y productiva participación.

***Dr. César J. Vázquez Navarrete***

*Encargado de las funciones de Director*

*COLPOS-Campus Tabasco*

# CONTENIDO

<b>ÁREA DEL CONOCIMIENTO: SOCIEDAD.....</b>	<b>1</b>
EVALUACIÓN TÉCNICA PRODUCTIVA, AGROINDUSTRIAL Y COMERCIAL DE CACAO Y CHOCOLATE EN TABASCO .....	2
EVALUACIÓN DE HOMEOPÁTICOS EN LA INCIDENCIA DE MONILIA ( <i>MONILIOPTHORA RORERI</i> Cif. Y PAR) EN MAZORCA DE CACAO ( <i>THEOBROMA CACAO L.</i> ).....	5
CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL GRANO DE CACAO ( <i>THEOBROMA CACAO L.</i> ) BAJO DOS SISTEMAS DE SECADO.....	8
BEBIDAS PREHISPÁNICAS Y NOVOHISPÁNICAS DE CACAO Y MAÍZ EN LA CHONTALPA, TABASCO .....	11
LA TEORÍA DE MEDIOS DE VIDA EN LA INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EL SURESTE DE MÉXICO .....	14
EL PAPEL DE LAS MUJERES EN LA ISLA, PARAÍSO: AGENTES DE LA ECONOMÍA DEL CUIDADO .....	17
<b>ÁREA DEL CONOCIMIENTO: AMBIENTE.....</b>	<b>19</b>
CONDICIONES TÉRMICAS FAVORABLES PARA EL DESARROLLO DE MONILIA ( <i>MONILIOPTHORA RORERI</i> ) EN LA CHONTALPA, TABASCO.....	20
ARVENSES EN UN SUELO CULTIVADO CON CAÑA DE AZÚCAR CON FERTILIZACIÓN MINERAL Y ABONO VERDE.....	23
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR EL POTENCIAL TURÍSTICO EN UN ESPACIO GEOGRÁFICO: CASO EJIDO FRANCISCO J. MÚJICA .....	26
VALORACIÓN DEL PAISAJE COMO RECURSO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO ALTERNATIVO: CASO RANCHERÍA CHILAPA 2DA. SECCIÓN, CENTLA.....	29
CADMIO Y PLOMO EN HUITLACOQUE ( <i>USTILAGO MAYDIS</i> ) COLECTADOS EN CULTIVOS DE MAÍZ BAJO RIEGO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL.....	32
RENDIMIENTO COMPARATIVO DE YUCA ( <i>MANIHOT ESCULENTA</i> ) BAJO FERTILIZACIÓN MINERAL Y ABONO VERDE.....	35
DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE COLORÍMETRO DE BAJO COSTO BASADO EN TARJETAS MICROCONTROLADORAS TIPO ARDUINO .....	38
PRODUCCIÓN Y PROTEÍNA EN FOLLAJE Y VAINA DE <i>CLITORIA SPY CLITORIA TERNATEA L.</i> EN SUELOS IMPACTADOS POR LA INDUSTRIA PETROLERA .....	41
LOGROS DEL PROYECTO 490: MANEJO SUSTENTABLE DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	44
BIOMETRÍA DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA....	47
CALIDAD INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA.....	50
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NPK SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN FRUTOS DE PIÑA CABEZONA.....	53
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN PIÑA CABEZONA EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN NPK.....	56
SUMINISTRO DOMÉSTICO DE ACEITE DE PALMA EN MÉXICO.....	59
<b>ÁREA DEL CONOCIMIENTO: AGRICULTURA .....</b>	<b>62</b>



COMPARACION DE MEDIAS DE DOS POBLACIONES NORMALES ASIMETRICAS .....	63
POLIFENOLES Y TANINOS EN <i>GLIRICIDIA SEPIUM</i> Y SU EFECTO <i>IN VITRO</i> EN NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE OVINOS .....	66
FRUTO DE PALMA DE ACEITE ( <i>ELAEIS GUINEENSIS</i> ) EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN TRÓPICO HÚMEDO .....	69
ESPECTROSCOPIA DE FTIR PARA DIFERENCIAR ENTRE QUESOS ELABORADOS CON LECHE CRUDAS (ARTESANALES) Y CON LECHE PASTEURIZADA E INOCULADA CON CULTIVOS STARTER.....	72
USO DE GLUCONEOGÉNICOS EN LA SUPLEMENTACIÓN DE OVEJAS PREVIO AL PARTO PARA DISMINUIR LA MORTALIDAD DE CORDEROS LACTANTES.....	75
SUPLEMENTACIÓN PROTEICA EN ABEJAS MELÍFERAS ( <i>APIS MELLIFERA</i> L.) Y DESARROLLO DE LA COLONIA .	78
PROPAGACIÓN <i>IN VITRO</i> DE ORQUÍDEA <i>LOPHIARIS TEABOANA</i> .....	81
LA TECNOLOGÍA NIR Y LA QUIMIOMETRÍA EN EL ESTUDIO DE CHOCOLATES.....	84
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES DURANTE LA ÉPOCA SECA EN CÁRDENAS, TABASCO.....	87
COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DEL CHILE AMASHITO ANTE EL DÉFICIT HÍDRICO .....	90
EFFECT OF NITRATES ALONE OR WITH PACLOBUTRAZOL ON THE FLOWERING INDUCTION IN MANGO CV. TOMMY ATKINS .....	93
DISPERSIÓN DEL HUANGLONGBING EN HUIMANGUILLO, TABASCO.....	96
EVALUACIÓN DE REPOBLACIONES NATURAL DE MANGLARES EN EL EJIDO LA SOLUCIÓN SOMOS TODOS, PARAÍSO, TABASCO .....	99
EVALUACIÓN AGROINDUSTRIAL DE 12 VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR ( <i>SACCHARUM</i> SPP) .....	102
DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE METALES PESADOS EN MIELES PRODUCIDAS EN EL ESTADO DE TABASCO .....	105



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL



**MEMORIA AVANCES DE INVESTIGACIÓN  
COLPOS CAMPUS TABASCO 2019-2020**

# ÁREA DEL CONOCIMIENTO: **SOCIEDAD**

---

## EVALUACIÓN TÉCNICA PRODUCTIVA, AGROINDUSTRIAL Y COMERCIAL DE CACAO Y CHOCOLATE EN TABASCO

**Proyecto en Matriz de Investigación: 545**

Becerril-Hernández, H<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

[hbecerri@colpos.mx](mailto:hbecerri@colpos.mx)

**Palabras clave:** Cacao, Chocolate, Sustentable, Cadena de valor

### Introducción

Para la elaboración del chocolate en México y en el mundo, se requiere de la producción de cacao (*Theobroma cacao* L.), que la mayoría de las veces, es cultivada por productores y familias de bajos ingresos. Las actividades cacaoteras forma parte de prácticas familiares tradicionales y se han transmitido desde la época precolombina (Toledo, 1980; Barkes, 1999). Estas actividades han permitido a la población vinculada con el cultivo del cacao, el tratamiento del grano y su utilización en la preparación de diversos productos derivados como el pozol, el chocolate amargo y dulce entre otros.

Para el caso de Tabasco, el sistema de producción cacaotero se asienta en un modelo tradicional de organización familiar y de impacto social (Offei *et al.*, 2020). Más de 30 mil familias campesinas utilizan el cultivo de cacao para complementar sus ingresos diarios. Este sistema de producción se caracteriza por el uso mínimo de insumos y por conseguir igualmente una productividad mínima. El cacaotal es, en su gran mayoría, un sistema agroecológico sin control técnico que le permita mantener o incrementar su productividad, ejemplo de esto fue la incursión a cacao orgánico, donde los productores percibieron una caída en la calidad y cantidad producida durante el primer año (Bamber, 2012) y observaron un incremento en los resultados productivos posterior al segundo año de control de actividades culturales.

### Materiales y Métodos

Se utilizó la entrevista como herramientas básicas para el levantamiento de información. Los formatos utilizados integraron información básica de los productores, industrias y/comercializadores. La observación participativa (Clark *et al.*, 2009; Kawulich, 2005; Greenwood, 2000) como metodología social, facilitó el levantamiento de información directa con cada uno de los responsables de las unidades productoras (haciendas, centros de acopio, agroindustrias). Finalmente, se utilizaron herramientas de matemáticas y estadísticas básicas para el análisis de estos resultados. La vinculación del entrevistador con los agricultores, permitió observar claramente la forma de trabajo en su sistema de producción, la interacción con los agricultores continua abre la confianza para poder obtener la información requerida. Para este proceso se diseñó un formato general en el cual se integran las características familiares y económicas del entrevistado y un segundo apartado en el cual se integran las opiniones de los entrevistados sobre su forma de trabajo y la problemática del mismo. Para la obtención de información se siguió el siguiente proceso. 1. Ubicación de las haciendas y agroindustrias 2. Visitar en las áreas de trabajo a los entrevistados. 3. Aplicación de entrevista a agricultores. 4. Análisis de la información generada en la entrevista aplicando herramientas básicas de matemáticas y estadística. Fueron visitadas 17 Unidades de producción que incluyen los eslabones de la cadena de valor del sistema cacao. Se aplicaron las entrevistas en forma

diferenciada. Con esta dinámica se generó una información que permitió observar cada uno de los eslabones que integran la cadena de valor del sistema cacao (Córdova *et al.*, 2019).

## Resultados y Discusión

El sistema de producción cacaotero no cuenta con una estructura formal que realmente impacte en su sistema de operación. Originalmente se contaba con una organización nacional (UNPC) que integraba a diversas Asociaciones locales en México. Las asociaciones de Productores Agrícolas de Cacao durante el periodo de 1961 a 1989 comercializaron el 100% de su producción de cacao seco a la UNPC, ya que el único canal de comercialización que tenían las asociaciones era la Unión. Sin embargo, con la entrada del neoliberalismo a partir de 1989 y la puesta en Marcha del Tratado de Libre Comercio en México en 1994, surgieron en México empresas privadas comercializadoras de cacao, mismas que establecieron sus centros de acopio en el estado de Tabasco. Las asociaciones han preferido vender la mayor parte de su producción a las empresas privadas, por su capacidad de pago en efectivo y por los contratos de compra anticipada que realizan con las asociaciones (Córdova *et al.*, 2008)

Se entrevistaron a productores y empresarios de 17 unidades productivas, en estas unidades se contabilizaron 136.8 Has de cacao en producción de las cuales, 7.5 ha son clones, de estas 2.5 ha, se menciona que son clones de nombre SANGRE DE CRISTO. De las 17 entrevistas aplicadas, solo una de las unidades de producción se dedica específicamente a la transformación y comercialización de cacao (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Características de las Unidades de producción.

Unidades de producción	Productor cacaotero	Productor y agroindustrial y comercializador	Agroindustrial y comercializador	Con clones
17	5	11	1	2
SUPERFICIE	12	124.8		7.5

## Conclusiones

La cadena del sistema de cacao muestra desatención para su desarrollo técnico y comercial, las acciones se observan individuales y sin un objetivo de integrar organizaciones sociales integradoras de empresas pequeñas y medianas con visión de desarrollo técnico y comercial internacional. Existe un gran potencial para el desarrollo de una cacaocultura de alta calidad, ejemplo de esto es CASFA A.C. (Martínez, 2017). Se hace necesario un programa de capacitación técnica intensiva agroecológica con tendencia orgánica, así como de mostrar los impactos positivos que resultan del producto de una organización para la producción de cacao de alta calidad y su comercio internacional.

## Literatura citada

- Bamber, P. y.-S. 2012. Mejora de la cadena de valor de cacao orgánico en Perú. Tingo María, Perú: Duke-Fomin. Recuperado el 01 de julio de 2020.
- Clark, A.; Holland, C.; Katz, J.; Peace, S. 2009. Learning to see: Lessons from a participatory observation research project in public spaces. *International Journal of Social Research Methodology* 12(4): 345-360.



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL



- Córdoba, A.; Pérez, F.; Chávez, G.; Becerril, H.; Mandujano-Contreras, Juan, C.; Reyes-De La Cruz, C.; Rodríguez-Ocaña, L.; Córdova-Avalos, A.; Córdova-Lázaro, C. E. 2019. El valor del Chocolate Casero. *Agroproductividad* 12(7): 65-70.
- Greenwood, D. 2000. De la observación a la investigación-acción participativa: una visión crítica de las prácticas antropológicas. *Revista Antropológica Social* 9: 27-49.
- Kawulich, B. B. 2005. La observación participante como método de recolección de datos. *FQS, Forum: Qualitative Social Research* 6(2): 1-32.
- Morales, V. P. 2012. Estadística aplicada a las Ciencias Sociales. Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos? Universidad Pontificia Comillas, Madrid, Facultad de Humanidades. Disponible en: <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%F1oMuestra.pdf>
- FAOSTAT. 2018. BASE DE DATOS MUNDIAL. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma: FAOSTAT.
- Martínez, A. R. 2017. *Alimento de los Dioses: Entre Innovación Conservación y Mercado*. 40 Casos de éxito. TAPACHULA: SAGARPA. 31 p.
- Muñoz-Rodríguez, M.; Altamirano-Cárdenas, J. L. 2008. Modelos de Innovación en el Sector Agroalimentario Mexicano. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 5(2): 185-211.
- Offei, A.; Kaplowitz, M. D.; Lupi, F.; Kerr, J. 2020. Smallholder participation and procedural compliance with sustainable cocoa certification programs. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 54-87.
- SIAP. 2018. BASE DE DATOS. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. CDMX: SIAP.

## **EVALUACIÓN DE HOMEOPÁTICOS EN LA INCIDENCIA DE MONILIA (*Moniliophthora roreri* Cif. y Par) EN MAZORCA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.)**

**Proyecto en Matriz de Investigación: 381**

Oliva-Montejo, R.<sup>1</sup>, Chávez-García, E.<sup>2</sup>, Castelán-Estrada, M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Becario Conacyt del proyecto 381 (PM16-6089 COLPOS-CONACYT).

<sup>2</sup>Campus Tabasco-Colegio de Postgraduados. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

Correo-e: [elsa@colpos.mx](mailto:elsa@colpos.mx)

**Palabras clave:** Cacao, Moniliasis, Agrohomeopáticos.

### **Introducción**

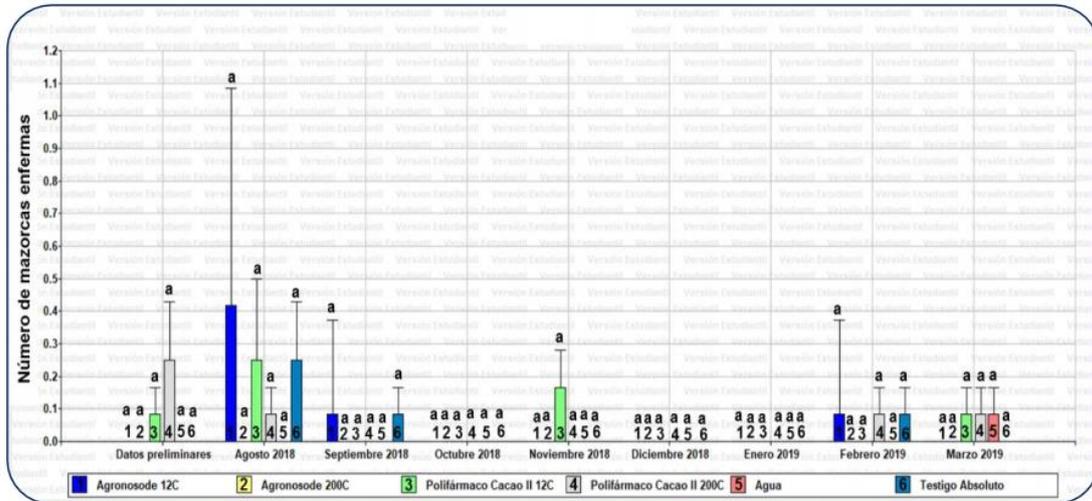
Los cacaotales son sistemas agroforestales de importancia cultural, social, económica y ambiental en México, de los cuales, los campesinos obtienen diversos recursos para autoabasto y venta (maderas, plantas medicinales, alimentos de origen animal y vegetal, entre otros) (Sánchez-Gutiérrez *et al.*, 2016). Uno de los principales problemas que afecta los rendimientos de este cultivo, es la moniliasis, enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri* Cif. y Par (Tirado-Gallego *et al.*, 2016; Cárdenas-Pardo *et al.*, 2017). Ante este problema, muchos campesinos abandonan sus plantaciones para sustituirlas por otras más rentables (Curry *et al.*, 2015). En Tabasco el manejo de esta enfermedad se realiza mayormente combinando el uso de productos químicos y prácticas culturales (poda, control de la sombra, eliminación frutos enfermos y drenaje); con ello se ha logrado mejorar el control de la enfermedad, pero se incrementan los costos de producción y de mano de obra, así como los efectos adversos al ambiente y a la salud (Ochoa-Fonseca *et al.*, 2015). Por lo anterior, en este trabajo de investigación se compararon cuatro preparados agrohomeopáticos a base de Agronosode de *Moniliophthora roreri* y Polifármaco Cacao II, ambos en diluciones 12CH y 200CH, para el control de la moniliasis, como una alternativa agroecológica, inocua para el ambiente y el campesino, en una plantación ubicada en Cunduacán, Tabasco. Con ello se contrastó con evidencia experimental, la estimación realizada por los campesinos de la Chontalpa, quienes al aplicar agrohomeopáticos indicaron una menor incidencia de moniliasis en mazorcas de cacao (Chávez, 2019).

### **Materiales y Métodos**

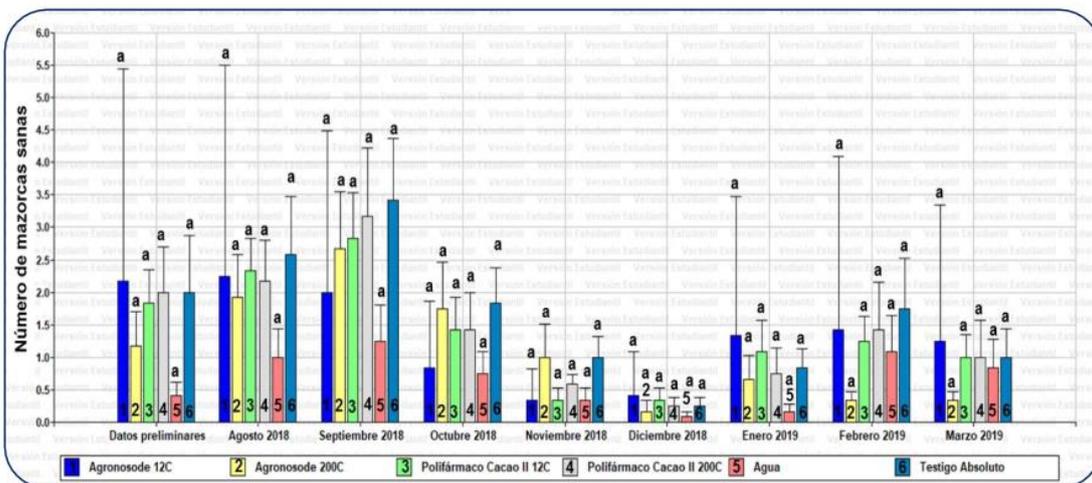
El experimento se realizó en el cacaotal del Sr. Efrén Hernández Maldonado, productor cooperante, en una superficie de 0.5 ha, ubicado en Miahuatlán 2a Sección, perteneciente al municipio de Cunduacán, Tabasco, situada en los 18°00'39" LN y 93°18'23" LO. Se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres bloques con diferente vigor de las plantas (vigorosas, vigor medio y débiles), donde se aplicaron cada dos semanas durante cuatro meses, cuatro tratamientos agrohomeopáticos Agronosode 12C, Agronosode 200C, Polifármaco Cacao II 12C, Polifármaco Cacao II 200C, todos ellos elaborados mediante el método centesimal Hahnemanniano (Ernst, 2016), un Testigo con agua y un Testigo absoluto. Para evaluar el efecto de los tratamientos se consideraron como variables de estudio el número de mazorcas enfermas y número de mazorcas sanas, con toma de datos preliminares antes del tratamiento y posteriormente en forma semanal después de cada aplicación y al finalizar los tratamientos hasta los ocho meses. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico InfoStat 2018, mediante un Análisis de varianza (ANAVA) y prueba de medias (Tukey  $\alpha = 0.05$ ).

### **Resultados y Discusión**

La figura 1 muestra que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos respecto a la incidencia de la moniliasis en mazorcas. Durante octubre 2018 y diciembre 2018-enero 2019 no se registraron mazorcas enfermas, lo cual coincide con Ortiz *et al.* (2010), quienes indican que la enfermedad afecta principalmente a chillillos. La figura 2 indica que tampoco hubo diferencia significativa entre los tratamientos para número de mazorcas sanas. Sin embargo, se observaron valores aritméticos superiores con los tratamientos Agronosode 12C durante diciembre 2018-enero 2019 y marzo 2019; Agronosode 200C durante noviembre 2018; Polifármaco Cacao II 200C durante marzo 2019; Testigo absoluto durante agosto-noviembre de 2019 y febrero-marzo 2019. En este último, es posible que haya influido la poca manipulación de las unidades experimentales.



**Figura 1.** Análisis de varianza de los tratamientos en la incidencia de moniliasis en mazorcas durante agosto 2018-marzo 2019, en un cacaotal de Miahuatlán 2a sección, Cunduacán, Tabasco. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey  $\alpha = 0.05$ ). Las barras indican el error estándar.



**Figura 2.** Análisis de varianza de los tratamientos en el número de mazorcas sanas durante agosto 2018-marzo 2019, en un cacaotal de Miahuatlán 2a sección, Cunduacán, Tabasco. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey  $\alpha = 0.05$ ). Las barras indican el error estándar.

## Conclusiones

De acuerdo con el análisis estadístico, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos aplicados para las variables número de mazorcas enfermas y número de mazorcas sanas. Se recomienda continuar con esta línea de investigación y ampliar los periodos de aplicación de los tratamientos, para descartar la posibilidad de que los tratamientos con preparados agrohomeopáticos requieran mayor plazo de aplicación.

**Agradecimiento.** Al Conacyt, por financiar a través del Proyecto 2015-01-1466.

## Literatura citada

- Cárdenas-Pardo, N. J.; Darghan A.; Sosa-Rico M. D.; Rodríguez A. 2017. Análisis espacial de la incidencia de enfermedades en diferentes genotipos de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Yopal (Casanare), Colombia. *Acta Biológica Colombiana*. 22(2): 209-220.
- Curry, G. N.; Koczbersky G.; Lummani J.; Nailina R.; Peter E.; McNally G.; Kuaimba O. 2015. A bridge too far? The influence of socio-cultural values on the adaptation responses of smallholders to a devastating pest outbreak in cocoa. *Global Environmental Change*, 35: 1-11.
- Chávez, G. E., 2019. Producción agroecológica de cacao en Tabasco, México: hacia la autonomía campesina. *Memorias del VII Congreso Latinoamericano de Agroecología 2018*. Guayaquil, Ecuador. pp. 1990-1994.
- Ernst, E. 2016. *Homeopathy: the undiluted facts*. Springer. 151 p.  
<https://www.springer.com/gp/book/9783319435909#reviews>
- Ochoa-Fonseca, L. E.; Ramírez-González S. I.; López-Báez O.; Moreno-Martínez J. L.; Espinoza- Zaragoza S. 2015. Efecto de preparados minerales sobre el crecimiento y desarrollo in vitro de *Moniliophthora roeri* (Cif. & Par.) Evans. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 5(6): 1065-1075.
- Sánchez-Gutiérrez, F.; Pérez-Flores J.; Obrador-Olán J. J.; Sol-Sánchez a.; Ruiz-Rosado O. 2016. Árboles maderables en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 14: 2711-2723.
- Tirado-Gallego, P. A.; Lopera-Álvarez A.; Ríos-Osorio L. A. 2016. Estrategias de control de *Moniliophthora roeri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L.: revisión sistemática. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, Mosquera (Colombia). 17(3): 417-430.

## **CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL GRANO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) BAJO DOS SISTEMAS DE SECADO**

### **Proyecto en Matriz de Investigación: 381**

Aguilar-Jacinto, R.I.<sup>1</sup>; Chávez-García, E.<sup>2</sup>; Orozco-Hernández, J.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Becaria del CONACYT proyecto 381(PM16 – 6089 COLPOS-CONACYT).

<sup>2</sup>Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados. 86500. Cárdenas, Tabasco.

<sup>3</sup>Universidad Popular de la Chontalpa, carretera Cárdenas-Huimanguillo Km.2, Ranchería paso y playa, 86500. Cárdenas, Tabasco.  
Correo-e: [elsa@colpos.mx](mailto:elsa@colpos.mx)

**Palabras claves:** cacao, calidad, inocuidad, secado.

### **Introducción**

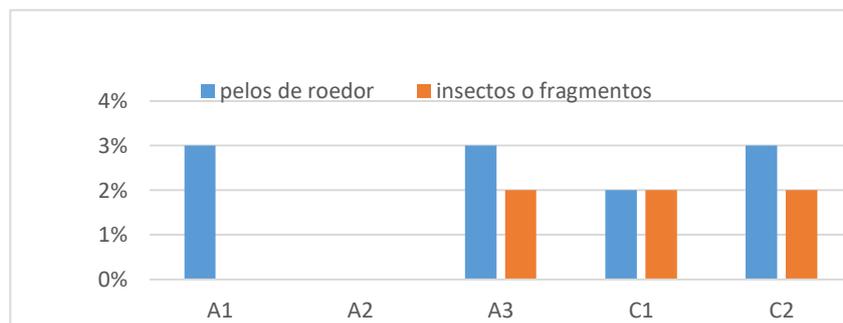
En Chiapas y Tabasco, el cultivo de cacao son una fuente importante de ingresos para numerosas de familias ya que aportan más del 99.6% de la producción nacional (SIAP, 2017). Su proceso de secado, tiene limitaciones debido a las condiciones del clima húmedo en donde se cultiva, el espacio requerido para realizar dicho proceso y a la variación en la calidad del grano seco conforme a la tecnología utilizada. Por ello, el proyecto 381 del Campus Tabasco-Colegio de Postgraduados evaluó la eficiencia de un agrosecador solar con productores de cacao en Tabasco. Los resultados obtenidos fueron disminución del secado a dos días en temporada canicular y satisfacción de los productores participantes respecto a las características organolépticas del grano seco obtenido (López Cerino y Chávez García, 2018). Este trabajo buscó contribuir con información adicional para evaluar el agrosecador solar. El objetivo fue evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de granos de cacao seco obtenidos con el sistema de secado en patio de concreto y agrosecador solar.

### **Materiales y Métodos**

Se utilizaron granos de cacao (Trinitario) de la parcela del Sr. Maclovio Olán Domínguez, productor cooperante de cacao que realiza un manejo agroecológico de su cacaotal ubicado en el municipio de Cárdenas, en el Poblado C-28, Ejido Coronel Gregorio Méndez. El secado del grano se realizó en el agrosecador solar y en piso de concreto. Mediante muestreo aleatorio simple, se obtuvieron cinco muestras de 1 kg. Las muestras C1 y C2 correspondieron a secado en piso de concreto y las muestras A1, A2 y A3, al agrosecador solar. Para evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se siguieron las especificaciones sanitarias que establece la NOM-186-SSA1/SCF1-2002, con dos repeticiones. Se evaluaron materia extraña (piedra, fibra, mazorca, excretas de roedor y restos de insectos) con el método de la NOM-E-348-S-1980, Coliformes Totales por vertimiento en placa de acuerdo a la NOM-113-SSA1-1994, determinación de hongos y levaduras por vertimiento en placas con medio de cultivo conforme a la NOM-111-SSA1-1994, aislamiento e identificación de *Salmonella* sp con el método de la NOM-114-SSA1-1994; así como contenido de arsénico, plomo y concentración de aflatoxinas, realizado por laboratorio certificado. Los resultados de cada variable se compararon con los límites Máximos Permisibles (L.M.P) establecidos en la NOM-186-SSA1/SCF1-2002: Coliformes Totales 10 UFC/g, *Salmonella* sp ausente, hongos y levaduras 50 UFC/g, Arsénico y plomo 1.0 mg/ kg, Aflatoxinas no mayor a 15 µg/kg, Materia Extraña (M.E.) 0.5% y sin contenido de pelos de roedor.

### **Resultados y Discusión**

En la Figura 1 se observa que la muestra A2 no presentó M.E. y la muestra A1 no presentó insectos o fragmentos de éstos, ambas secadas en agrosecador solar. Las muestras secadas en piso de concreto (C1 y C2), así como A1 y A3 en agrosecador solar, no cumplieron con lo establecido en la NOM-E-348-S-1980 respecto a la ausencia de pelos de roedor. De igual manera, las muestras de grano de cacao secadas en piso de concreto y la muestra A3 en agrosecador solar, presentaron insectos o fragmentos de éstos en cantidades mayores a las permisibles por la norma oficial. El secado al aire libre en piso de concreto, expone los granos de cacao a insectos y roedores. El agrosecador solar, a pesar de mantener cubierto los granos de cacao durante el secado, tampoco aseguró la inocuidad respecto a M.E. Cabe mencionar que, durante el secado en agrosecador solar, los granos fueron manipulados cada hora para el registro de contenido de humedad; no se descarta contaminación con dicha práctica, así como en la etapa previa y posterior al secado.



**Figura 1.** Contenido porcentual de Materia Extraña en dos muestras de grano de cacao secado en agrosecador solar (A1, A2 y A3) y Piso de Concreto (C1 y C2).

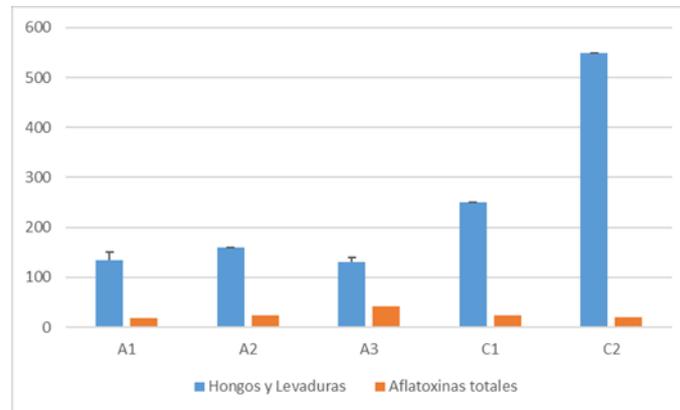
En el Cuadro 1 se muestran los contenidos de Arsénico, Plomo, Coliformes Totales y *Salmonella* sp. Todas las muestras registraron cantidades menores al límite permitido por la NOM-186-SSA1/SCF1-2002. La presencia de ambos metales en alimentos provoca múltiples trastornos bioquímicos, y fisiológicos en los seres humanos (OMS, 2018). Para el caso de contaminación con *Samonella* sp. en alimentos, provoca infecciones localizadas en el tubo digestivo, tipo gastroenteritis o enterocolitis (OMS, 2018). Las bacterias consideradas como Coliformes Totales fueron de origen fecal y no fecal, éstas últimas utilizadas en la determinación de la calidad sanitaria por ser más resistentes que los coliformes fecales (Fernández-Rendón y Barrera-Escorcia, 2013).

**Cuadro 1.** Pruebas fisicoquímicas y microbiológicas que se encuentran bajo el límite máximo permisible.

Muestras	Arsénico LMP 1mg/kg	Plomo LMP <1mg/k	Coliformes totales LMP 10 UFC/g	<i>Salmonella</i> sp. LMP Ausente
C1	<1mg/kg	<1mg/kg	<10 UFC/g	Ausente
C2	<1mg/kg	<1mg/kg	<10 UFC/g	Ausente
A1	<1mg/kg	<1mg/kg	<10 UFC/g	Ausente
A2	<1mg/kg	<1mg/kg	<10 UFC/g	Ausente
A3	<1mg/kg	<1mg/kg	<10 UFC/g	Ausente

En la Figura 2 se presentan la concentración de aflatoxinas y contenido de hongos y levaduras. Todas las muestras presentaron contenidos mayores a los límites permitidos por la NOM-186-SSA1/SCF1-2002. La concentración de aflatoxinas está asociada al proceso de esporulación del hongo. La

aflatoxina posee una estructura biológica resistente que le permite estar inactiva durante años, pero si las condiciones ambientales y la concentración de nutrientes le son favorables entonces se activa (Londoño-Cifuentes y Martínez-Miranda, 2017). Los resultados muestran que ninguno de los dos tipos de secado utilizados evitó la presencia de hongos.



**Figura 2.** Concentración de aflatoxinas, hongos y levaduras ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) en muestras de grano de cacao secado en agrosecador solar (A1, A2 y A3) y Piso de Concreto (C1 y C2). El L.M.P para hongos y levaduras es de  $\geq 50$  UFC y el L.M.P. para concentración de aflatoxinas es de  $\geq 15$   $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, el método de secado no garantizó obtener grano de cacao seco con concentraciones de aflatoxinas, hongos y levaduras menores a los límites permitidos por la norma oficial. Ambos tipos de secado garantizaron contenidos de Arsénico, Plomo, Coliformes Totales y *Salmonella* sp. menores al límite máximo permisible. Se encontró variación en la concentración de materia extraña en las muestras secadas con agrosecador solar; se recomienda para estudios posteriores considerar un mayor número de muestras y sustento estadístico, evitar manipulación durante el proceso de secado en agrosecador solar y realizar la evaluación de inocuidad previo a la fase del secado.

**Agradecimiento.** Al Conacyt, por financiar a través del Proyecto 2015-01-1466.

## Literatura citada

- Fernández-Rendón, C.; Barrera-Escorcia, G. 2013. Comparación de técnicas para la extracción de bacterias coliformes del sedimento del lago de Xochimilco, México. *Revista Argentina de Microbiología*, 45(3), 180-184.
- Londoño-Cifuentes, E. M.; Martínez-Miranda, M. M. 2017. Aflatoxinas en alimentos y exposición dietaria como factor de riesgo para el carcinoma hepatocelular. *Biosalud*. 16(1): 53-66.
- López-Cerino, I.; Chávez García, E. 2018. Eficacia de secador solar tipo túnel con cacao (*Theobroma cacao* L) en Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 21: 4395- 4405.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. 2018. Peligros Biológicos. Disponible en: Inocuidad de Alimentos - Control Sanitario - HACCP: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=es)
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. Disponible en Anuario Estadístico de la producción agrícola: [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/ientidad/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/ientidad/index.jsp).

## BEBIDAS PREHISPÁNICAS Y NOVOHISPÁNICAS DE CACAO Y MAÍZ EN LA CHONTALPA, TABASCO

Proyecto en Matriz de Investigación: 544

Córdova-Avalos, V.<sup>1</sup>; Chávez-García, E.<sup>1</sup>; Hernández-Maldonado, E.<sup>2</sup>; Córdova-Lázaro, C. E.<sup>1</sup>; Córdova-Avalos, A.<sup>3</sup>; Hinojosa-Cuéllar, J. A.<sup>3</sup>; Pérez-Flores, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, Cárdenas Tabasco, México. C. P. 86500.

<sup>2</sup>Consejo Estatal Indígena, "Ik'nhas 'Kin'Jha", Cunduacán, Tabasco, México. C. P. 86680.

<sup>3</sup>Universidad Popular de la Chontalpa, Cárdenas, Tabasco, México. C. P. 86500

Correo-e: [vcordova@colpos.mx](mailto:vcordova@colpos.mx)

**Palabras clave:** *Theobroma cacao*, maíz, bebidas prehispánicas y novohispánicas

### Introducción

La cultura Olmeca de Tabasco y Veracruz poseían conocimientos en biotecnología prehispánica en la preparación de bebidas a base de cacao, así como de maíz hervido y nixtamalizado (Larqué-Saavedra, 2016). De los años 1800 a 1000 a. C. cultivaron el cacao y lo consumieron en bebida. Los Olmecas decayeron en el año 400 a. C.; no obstante, aún se mantienen las tecnologías autóctonas del cultivo de cacao y de elaboración de bebidas a base de este grano (Powis *et al.*, 2011; Coe y Coe, 2018). Para preparar las bebidas de cacao, se utiliza el comal para tostar el cacao y maíz, metates en la molienda de los granos y vasijas de barro para batir las bebidas y jícaras (*Crescentia kujete*) para su consumo (Powis *et al.*, 2011; Coe y Coe, 2018).

Los Olmecas de Tabasco usaron las cenizas de cáscara de ostión para nixtamalizar el maíz (Larqué-Saavedra, 2016; Coe y Coe, 2018). Con ello, se obtenía el maíz cocido y despellejado, que una vez lavado era usado para elaborar la tortilla, el pozol y el atole. Powis *et al.* (2011), confirmaron la existencia de theobromina en vasijas encontrados en la región de San Lorenzo, Veracruz fechados entre los años 1800 a 1000 a. C. Con ello se confirma el consumo ancestral de bebidas de cacao y de maíz. La primera bebida consumida por los Olmecas fue el pozol de maíz hervido, el cual era colado utilizando una jícara con agujeros, y se le agregaba cacao molido; con ello se obtenía una bebida refrescante y alimenticia (Gómez, 2004; Larqué-Saavedra, 2016).

Los Olmecas hacían rituales a los dioses de la naturaleza como el jaguar, la serpiente, las estrellas, el sol, la tierra, el cacao, el maíz, el agua y la luna (Córdova *et al.*, 2014; Coe y Coe, 2018). Posteriormente los Mayas domesticaron dos especies de *Theobroma* para elaborar bebidas de cacao (Córdova *et al.*, 2019): *T. cacao* L. (cacao) y *T. bicolor* L. (pataxte). Los antiguos Mayas añadían vainilla (*Vanilla planifolia*) a la bebida de cacao y lo teñían con achiote (*Bixa orellana*) adquiriendo un color rojizo que le permitía ser asociado con la sangre (Aliphath y Caso, 2011).

En Tabasco, desde el año 1500 a. C., existen bebidas y alimentos prehispánicos elaborados a base de cacao y maíz. Los Mayas Chontales de Tabasco aún consumen el buk'a "pozol blanco", el "hach'im", pozol con cacao y el atole de maíz "mat's" (Gallegos y Salazar, 2003). Coe y Coe (2018) reportan el consumo de bebidas prehispánicas de pozol con cacao, pozol con semillas de zapote tostadas (pistek) y el chorote de "cocolvosh", elaborado a base de granos de cacao fermentado en la mazorca, mezclado con masa de maíz (Gómez, 2004).

En Tabasco, el atole y el pozol con cacao son bebidas consumidas de manera común por la población de Tabasco. Sin embargo, van siendo sustituidas por bebidas industrializadas. Por lo anterior, el

objetivo de la investigación fue hacer el registro de las bebidas prehispánicas a base de cacao y maíz que aún se elaboran y consumen en la región de la Chontalpa, Tabasco.

## **Materiales y Métodos**

### **Localización del área de estudio**

El estudio fue realizado en localidades de tres municipios de la región de la Chontalpa, Tabasco: Miguel Hidalgo y Costilla, José María Morelos y Pavón, Zapotal, coronel Gregorio Méndez, La Azucena y colonias de la ciudad de Cárdenas; Miahuatlán del municipio de Cunduacán; Güiral y González y colonias de la ciudad de Huimanguillo.

### **Métodos, técnicas y materiales**

La investigación de campo se realizó con un enfoque cualitativo. Se realizaron tres talleres. El primero, en el Ejido Miguel Hidalgo y Costilla de Cárdenas, donde participaron 11 productores; 6 hombres y 5 mujeres con un promedio de edad de 62.7 años. El segundo taller fue en la Ciudad de Cárdenas, asistieron 8 personas: 6 mujeres y 2 hombres, su edad promedio fue de 21.25 años. El tercero en la Ranchería de Miahuatlán, Cunduacán, Tabasco; interviniendo 20 productores: 3 hombres y 17 mujeres; en promedio tienen 39.8 años. Se aplicaron 6 entrevistas semiestructuradas para conocer las bebidas antiguas que aún se consumen y determinar la importancia y preferencia por cada bebida (Ponce, 2007). Se llevó a cabo observación participativa para conocer las bebidas que ofrendan en algunos rituales al cacao y en Día de Muertos. Se complementó con revisión documental relativa a bebidas prehispánicas elaboradas a base de cacao y maíz (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

## **Resultados y Discusión**

Se registraron 29 bebidas a base de cacao y maíz, 22 consumidas desde antes de la llegada de los españoles (prehispánicas) y 7 consumidas a partir de la época colonial (novohispánicas). De 7 bebidas a base de maíz, 2 son alcohólicas, consumidas en rituales. 13 bebidas son a base de cacao y maíz; 5 incluyen miel, azúcar, vainilla y leche, y una bebida es de cacao únicamente, reportada en la literatura como el chocolate amargo (Coe y Coe, 2018). 3 bebidas son elaboradas a base de cascarilla del grano y mucílago de la mazorca de cacao. Las bebidas prehispánicas preferidas fueron: el pozol o chorote, pozol blanco, el polvillo de cacao, el atole de maíz, atole de mujer y el chocolate amargo. En época de calor el consumo, de la cacahuada, bebida elaborada del mucílago y la placenta del cacao.

El consumo de bebidas de cacao y maíz de origen prehispánico prevalece en la memoria colectiva de la población tabasqueña (Gómez, 2004; Chapa, 2014; Camacho, 2018; Córdova *et al.*, 2018). El atole de maíz (en lengua chontal mat's) y el combinado con cacao, leche y azúcar son bebidas novohispanas. Su consumo inició con la introducción a México del ganado bovino y de la caña de azúcar (García, 1994; Barrera, 1996). La chicha, el taxcalate y el posh se consumen en los rituales al cacao y en la celebración del Día de Muertos en los estados de Chiapas y Yucatán.

En los pueblos Olmecas, Mayas y Chontales, el maíz y el cacao representaban un binomio de sacralidad, las bebidas eran alimentos que frecuentemente ofrendaban a los dioses del universo (Córdova *et al.*, 2016; Uriarte, 2019). En la actualidad estos rituales de ofrenda de alimentos y convivencia familiar se realiza dentro de la plantación de cacao, donde participan familiares y amigos (Cruz, 2014). En un ritual realizado en Miahuatlán, Cunduacán, Tabasco, en septiembre de 2019, la familia y los amigos del campesino, dueño del cacaotal. El ritual tuvo el propósito de agradecer a la Madre Tierra por mantener la fertilidad del suelo. En este ritual se ofrendaron 13 bebidas prehispánicas y ancestrales elaboradas con cacao. Las bebidas ofrendadas y consumidas por los

invitados fueron: 1) chorote, 2) té de cacao, 3) taxcalate, 4) chocolate con leche, 5) bebida del pataste, 6) pozol blanco, 7) atole elaborado a base de cacao, 8) cacao puro, 9) chocolate frío, 10) posh del sagrado cacao, 11) chicha, 12) chorote agrio, y 13) cocolvosh. Gabriel (2004) menciona que en los rituales agrarios: “*el cacao es parte de las ofrendas en las ceremonias de agradecimiento, petición y protección*”. Estos rituales pueden realizarse en los ranchos, huertos y solares, cavando una poceta donde se depositan 13 granos de cacao (Gabriel, 2006).

Se encontró que las bebidas prehispánicas consumidas con mayor frecuencia son el pozol blanco y pozol con cacao; el atole de maíz, el atole de cacao, el atole de mujer, el polvillo de cacao y chocolate amargo. Estas bebidas son similares a las reportadas por Gallegos y Salazar (2003), Chapa (2014), Camacho (2018) y Córdova *et al.* (2018). Las variantes de consumo del pozol son: pozol de pellejo, pozol con maíz nixtamalizado, pozol agrio con o sin azúcar y pozol blanco (Chapa, 2014; Larqué-Saavedra, 2016). El atole de cacao es consumido por las familias rurales y ofrendado en los rituales. En Ranchería Güiral y González consumen el atole de mujer, elaborado con maíz hervido (sancochado), canela molida y un trozo de chocolate casero. Se registró su uso medicinal para gastritis. Las variantes de consumo del chocolate casero reportadas por la literatura son: chocolate amargo, chocolate frío y chocolate con canela y pimienta (Chapa, 2014).

## Conclusiones

Las bebidas elaboradas a base de cacao y maíz son alimentos milenarios que prevalecen aún en diferentes comunidades de la región de la Chontalpa. Forman parte de la identidad cultural y de la dieta autóctona de la población tabasqueña. La bebida prehispánica elaborada con cacao y maíz, de consumo más frecuente es el pozol con cacao. Resalta la gran variedad de tipos de atoles y bebidas tipo polvillo con cacao usados en la alimentación cotidiana, así como el uso medicinal del atole de mujer.

## Literatura citada

- Alihat, M.; Caso, L. 2011. La triada del chocolate: cacao, vainilla y achiote. Artes de México, 105, 47-52.
- Camacho, G.M. 2018. Chocolate artesanal en México: cultura, consumo y marketing. Vinculatégica EFAN, 3(2): 498-504.
- Coe, S.D.; Coe, M.D. 2018. La verdadera historia del chocolate. México: Fondo de Cultura.
- Córdova, Á.V.; Pérez, F.J.; Chávez, G.E.; Becerril, H.H.; Mandujano, C.J.C.; Reyes, De La C.C.; Rodríguez, O.L.; Córdova, Á.A.; Córdova, L.C.E. 2019. Valor comercial del chocolate casero. Agroproductividad 12(7): 65-70.
- Córdova, L.C.E.; Jaramillo, V.J.L.; Córdova, A.V.; Carranza, C.I.; Morales, J.J. 2018. Chocolate casero tradicional en la región de la Chontalpa Tabasco, México: actores y saberes locales. Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional 52(28): 1-27.
- Cruz, C.A. 2014. Cacao Soconusco Apuntes sobre Chiapas, México y Centroamérica. México: UNICACH.
- Gallegos, M.J.; Salazar, F.L.I. 2003. Pozol, bebida tradicional. Tabasco, Miniguía INAH, México.
- Hernández-Sampieri, R.; Mendoza, C. 2018. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education
- Larqué-Saavedra, A. 2016. Biotecnología prehispánica en Mesoamérica. Revista Fitotecnia Mexicana 39(2): 107-115.
- Muñoz, C.J.M. 2011. Sobrepeso, obesidad y diabetes: Diversos enfoques para su estudio. México: UJAT.
- Ponce, T.H. 2007. La matriz FODA: Alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. Enseñanza e Investigación en Psicología 12(1): 113-130.
- Powis, T.G.; Cyphers, A.; Gaikwad, N.W.; Grivetti, L.; Cheong, K. 2011. Cacao use and the San Lorenzo Olmecs. PNAS 108(21): 8595-8600.
- Wacher, R.M.C. 2017. La inventiva de nuestros antepasados y los fermentados de maíz. Biotecnología en Movimiento, 9: 2

## LA TEORÍA DE MEDIOS DE VIDA EN LA INVESTIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EL SURESTE DE MÉXICO

**Proyecto en Matriz de Investigación: 480**

Galmiche-Tejeda A.<sup>1</sup>, Solana Villanueva N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

Correo-e: [galmiche@colpos.mx](mailto:galmiche@colpos.mx)

**Palabras clave:** vulnerabilidad, medios de vida, pobreza, Tabasco

### Introducción

El estudio de la vulnerabilidad de las comunidades campesinas es un tema complejo que ha sido abordado desde diferentes perspectivas, lo que nos ha permitido percibir que la vulnerabilidad está asociada a la pobreza, mediante la confluencia de factores ambientales, sociales y económicos, los cuales determinan el grado de severidad del problema. A finales de la década de 1990, de la mano del Dr. Robert Chambers de la Universidad de Sussex, Reino Unido (Chambers and Conway, 1991), es presentado un marco, no solo para estudiar este fenómeno, sino para presentar alternativas de solución mediante propuestas para la creación y modificación de políticas públicas. El Marco de Medios de Vida Sustentables, fue rápidamente aplicado con éxito en muchas partes del mundo, principalmente en África y Asia. Desde inicios de la década de 2000, este marco se aplicó en Tabasco y el sur de Veracruz para estudiar la vulnerabilidad de comunidades campesinas.

El análisis del conjunto de estas experiencias ha rendido algunos aportes interesantes a la Teoría de Medios de Vida. La vulnerabilidad en la teoría de medios de vida es concebida como el resultado de Choques, tendencias y cambios estacionales, cada uno de estos pueden ser de naturaleza ambiental, económica o social pero que confluyen creando condiciones que no les permiten a los hogares salir de la pobreza.

### Resultados y Discusión

Todos los estudios realizados tienen un elemento en común: un choque que posteriormente se convirtió en una tendencia, pues su influencia todavía es de suma importancia para el desarrollo de la región. La industria petrolera ha mantenido a las comunidades en un estado de fragilidad económica y ambiental y además ha cambiado las relaciones sociales, entre los habitantes, y entre los habitantes y las instituciones públicas. La entrada de Petróleos Mexicanos (PEMEX) a Tabasco y el sur de Veracruz data de la década de 1950, sus actividades no solo transformaron el ambiente sino la economía de toda la región, al convertirse en una de las regiones del país con costo de vida más alto. Como resultado, se provocó pobreza, desempleo y migración en una porción de la población ya que los salarios en sectores ajenos a Pemex han sido tan bajos como en otras zonas de país. Lo anterior puede apreciarse muy claramente en el caso de Las Lomas de Tacojalpa en Minatitlán, Veracruz (Gallegos-Luria, 2012).

Los cambios ambientales provocados por Pemex tales como la apertura de la Boca de Panteones, y la construcción del Puerto de Dos Bocas provocó cambios físicos permanentes como salinización de lagunas que transformaron negativamente ecosistemas completos, salinizaron el agua subterránea y erosionaron la costa. Estos cambios no solo hicieron a las comunidades costeras más vulnerables hacia choques de tipo natural como depresiones tropicales y nortes (Galmiche-Tejeda y Solana-

Villanueva, 2011), sino que provocaron problemas sociales debido a la mayor competencia de la población por los escasos recursos disponibles, así como la exclusión de algunos grupos de pobladores para el uso de los recursos naturales. Éste fue el caso de los carboneros de Paraíso (Gómez-Jiménez, 2014), las mujeres desconchadoras de ostión (Pérez-Brito, 2012) y los cangrejeros de Cárdenas (Calderón-Bolainas, 2014). La instalación de numerosos pozos petroleros provocó contaminación química, y la reducción de áreas de pesca, lo que causó una reducción significativa del capital financiero de agricultores y pescadores, haciendo más difícil y prolongada la recuperación ante choques de cualquier tipo. La política macroeconómica neoliberal del país también fue un factor que causó vulnerabilidad, como se observa en los casos de los productores de cacao de Cunduacán (Marínez-Arbolea, 2007), cañeros de Tenosique (Ortiz-Palomeque, 2009) y heveacultores de Huimanguillo (Aguilar-Román, 2012). En cada uno de estos casos hubo choques por caídas de precios que agravaron las condiciones de pobreza de los hogares.

El análisis de los casos mencionados indica que la vulnerabilidad de las comunidades rurales fue causada principalmente por la intervención del gobierno mexicano ya sea por sus políticas económicas, agropecuarias y ambientales, o por la acción directa de PEMEX. Todos los choques reportados (huracanes, inundaciones, sequías, caída de precios de la producción agrícola, etc.) son causados y/o agravados por los cambios al ambiente realizados directa o indirectamente por el estado o por la aplicación de políticas económicas discordante con el ambiente y la realidad social local.

## Conclusiones

Los resultados de este trabajo sugieren que el Marco de Medios de Vida Sostenibles no da suficiente peso al papel del estado y de las instituciones internacionales que rigen la economía, el comercio, la salud, y el ambiente para explicar la vulnerabilidad de las comunidades campesinas de los países en vías del desarrollo.

Aunque el marco considera dichos factores en las estructuras y procesos de transformación, al estar separados del contexto de vulnerabilidad, no se indagan con claridad las explicaciones que ayuden a entender este contexto. Por lo tanto, se recomienda introducir dichas variables de manera transversal al investigar, lo choques, tendencias y estacionalidades en el contexto de vulnerabilidad.

## Literatura citada

- Aguilar-Roman, J; Galmiche-Tejeda, Á; y Dominguez-Dominguez, M. 2012. El contexto de vulnerabilidad de familias productoras de hule (heveacultoras): estudios de caso en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. *Estud. soc.* 20(9), pp.207-234.
- Calderón-Bolainas, V. 2014. Vulnerabilidad y medios de vida de los hogares que colectan y comercializan cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) en la rancharía Azucana 2a sección de Cárdenas, Tabasco. Tesis (PROPAT).- Colegio de Postgraduados.
- Chambers, R. 1989. *Vulnerability: how do por cope?* United Kingdom, University of Sussex.
- Chambers, R.; G. Conway. 1991. *Sustainable rural livelihoods. Practical concepts for the 21th century.* Brighton, UK. IDS Discussion Paper No. 296. 29 p
- Gallegos-Luria J. R. 2012. Los medios de vida de la comunidad rural Las Lomas de Tacojalpa, Minatitlán Veracruz. Tesis (PROPAT).- Colegio de Postgraduados.
- Galmiche-Tejeda, A.; Solana-Villanueva, N. 2011. El contexto de vulnerabilidad de las poblaciones costeras y valores asignados en Tabasco. Tabasco: Editorial Secretaria de Recursos Naturales y Protección Ambiental.
- Gómez-Jiménez, J. 2014. El contexto de vulnerabilidad en los medios de vida de los hogares productores de carbón vegetal de Paraíso, Tabasco. Tesis (PROPAT).- Colegio de Postgraduados.
- Martínez-Arbolea, H. 2007. Los medios de vida sostenibles de las familias productoras de cacao orgánico en el municipio de Cunduacán, Tabasco. Tesis (PROPAT).- Colegio de Postgraduados



- Ortíz-Palomeque, G. 2009. Los medios de vida sostenibles de las familias productoras de caña de azúcar del municipio de Tenosique, Tabasco en un contexto de globalización. Tesis (PROPAT).- Colegio de Postgraduados.
- Pérez-Brito, E.; Galmiche-Tejeda, Á.; Zapata-Martelo, E.; Martínez-Becerra, Á.; Meseguer-Elizondo, R. 2012. Contexto de vulnerabilidad de las mujeres desconchadoras de ostión (*Crassostrea virginica*), del ejido Sinaloa, primera sección, de Cárdenas Tabasco. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 9(2): 123-148.

## EL PAPEL DE LAS MUJERES EN LA ISLA, PARAÍSO: AGENTES DE LA ECONOMÍA DEL CUIDADO

**Proyecto en Matriz de Investigación:** 486 El papel de las distintas generaciones y sus articulaciones de género en los medios de vida del sureste mexicano

Solana-Villanueva, N.<sup>1</sup>; Ignacio-Sánchez, A., Galmiche-Tejeda, A.<sup>1</sup>; Martínez-Arbolea, H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>2</sup>División de Estudios sobre Contaduría y Administración y Economía para el Desarrollo Social, Centro Universitario Parral, 33825, Hidalgo del Parral, Chih.  
Correo-e: [nsolana@colpos.mx](mailto:nsolana@colpos.mx)

**Palabras clave:** economía del cuidado, género, espacio rural, alimentación

### Introducción

Las mujeres en el medio rural de La Isla, municipio de Paraíso, realizan actividades de cuidado más allá de lo que reportan como trabajo cotidiano. Sus actividades garantizan la alimentación de sus familias, a través de distintas estrategias que les permiten subsistir y mantener a su familia. Todo esto es parte de la economía del cuidado que desarrollan.

### Materiales y Métodos

Se hizo uso de un enfoque mixto, tanto cualitativo como cuantitativo. Se llevó a cabo un censo a toda la comunidad para contextualizar a la comunidad y se realizaron entrevistas semiestructuradas a mujeres de hogares con hijos, además del uso de otras técnicas de observación. Posteriormente se realizó un análisis narrativo triangulando las observaciones encontradas y los datos recabados, distinguiendo el rol principal de las mujeres en los hogares de la comunidad. Esta información se contrastó con la teoría y se encontraron elementos clave sobre cómo es la participación de las mujeres en la economía del cuidado del hogar.

### Resultados y Discusión

La comunidad tiene como modo de producción principal la pesca, y alrededor de esta actividad hay otras que a completan el ingreso del hogar. Este modo de producción impacta claramente en la dieta que llevan los integrantes de la comunidad. Las decisiones tomadas sobre la alimentación están influidas por la categoría de género (D'Angelo, 2011; McDowell, 2000; Tepichin Valle, 2011) y en específico por elementos como el tiempo de las mujeres dedicadas al trabajo doméstico, el ingreso del hogar y la movilidad de las personas. Todos estos elementos son fundamentales en el desarrollo de estrategias para garantizar el alimento y bienestar económico en el hogar. Las mujeres cumplen con el papel de cuidadoras del hogar a través de su trabajo diario en la elaboración, consecución, y mantenimiento de la alimentación de sus hogares, por lo que participan de manera concreta en la economía del cuidado de sus familias.

### Conclusiones

La reproducción social en la Isla está formada en gran parte por la economía del cuidado que procuran las mujeres en los hogares. Este sistema, basado en las relaciones de género, produce



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL



condiciones de desigualdad, sobre todo porque su trabajo y las condiciones en las que reproduce el cuidado impacta la vida de estas mujeres y de su entorno.

### **Literatura citada**

- D'Angelo, L. F. 2011. El Vínculo Entre Trabajo Productivo y Reproductivo En Las Trayectorias de Mujeres Jóvenes Rurales. *Intersticios: Revista Sociológica de Pensamiento Crítico* 5 (2): 325–31. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=3804487>.
- McDowell, L. 2000. Género, Identidad y Lugar. Un Estudio de Las Geografías Feministas. In , 399. Madrid, España: Ediciones Cátedra.
- Tepichin Valle, A. M. 2011. Desigualdades de Género y Pobreza Femenina. In *Género En Contextos de Pobreza*, edited by Ana María Tepichin, 11–34. México, D.F.: El Colegio de México, Centro de Estudios Sociológicos



# ÁREA DEL CONOCIMIENTO: **AMBIENTE**

---

## CONDICIONES TÉRMICAS FAVORABLES PARA EL DESARROLLO DE MONILIA (*Moniliophthora roreri*) EN LA CHONTALPA, TABASCO

Aceves-Navarro, L.A.<sup>1</sup>; Yzquierdo-Álvarez, M.E.<sup>1</sup>; Calao-León, N.S.<sup>1</sup>; Francisco-Santiago, S.P.<sup>1</sup>;  
Valencia-Peñaloza, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus  
Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.  
Correo-e: [laceves@colpos.mx](mailto:laceves@colpos.mx)

**Palabras clave:** Riesgo de infestación, moniliasis, cacao

### Introducción

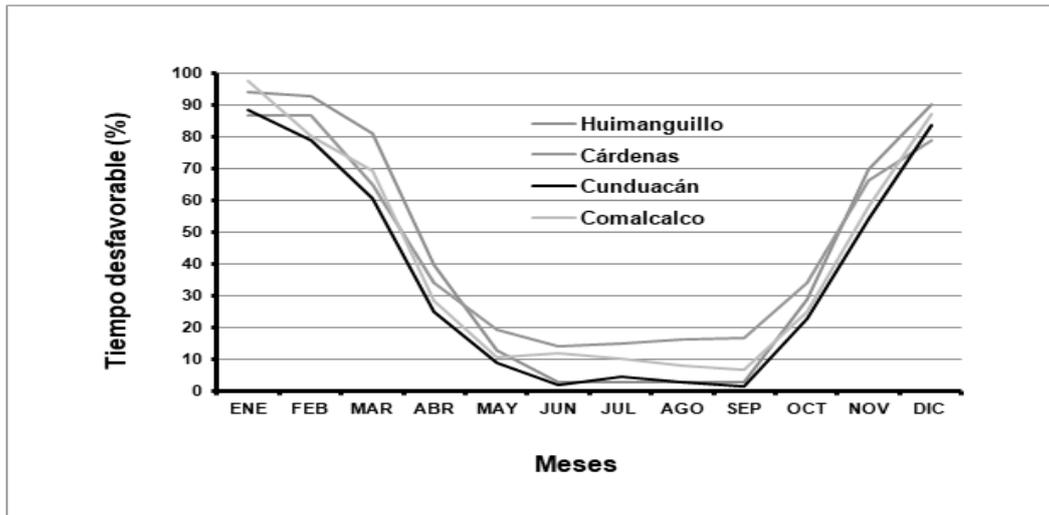
La Moniliasis del cacao es causada por el hongo *Moniliophthora roreri* y es la principal enfermedad en las áreas de cultivo del cacao (Leach *et al.*, 2002). Las condiciones climáticas y la cantidad de esporas libres son factores determinantes en el ciclo de vida de *Moniliophthora roreri* (Evans, 1981). El ciclo comienza con la estación seca, época en la que se encuentran la mayor cantidad de esporas disponibles en el ambiente. Sin embargo, para que inicie la infección es necesario que existan temperaturas de 22 a 32°C y una humedad relativa mayor al 60%, con el proceso fenológico de amarre de frutos y con los conidios en el aire (Torres, 2017). Temperaturas menores a 21°C son desfavorables para la infestación de moniliasis pues alargan el periodo de incubación (Suárez, 1971).

### Materiales y Métodos

Se utilizaron datos diarios de temperaturas máximas y mínimas de cuatro estaciones climatológicas de la subregión de la Chontalpa (Huimanguillo, Cárdenas, Cunduacán y Comalcalco), Tabasco; con registros históricos entre 24 a 62 años. Los datos se descargaron de la página SIG ERIC III versión 1.0. ([www.hidrosurf.imta.mx/sig\\_eric/](http://www.hidrosurf.imta.mx/sig_eric/)) y del programa ERIC IIIa (Extractor Rápido de Información Climatológica) Versión 2.0, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA, 2009). El procesamiento de datos se realizó en hojas de cálculo Excel. Para cada mes y años de registro se cuantificó el número de días con temperaturas  $\leq 21^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, se obtuvo el promedio de días por mes y año. Asimismo, se calculó la probabilidad de excedencia al número de días en el año con temperaturas  $\leq 21^{\circ}\text{C}$ .

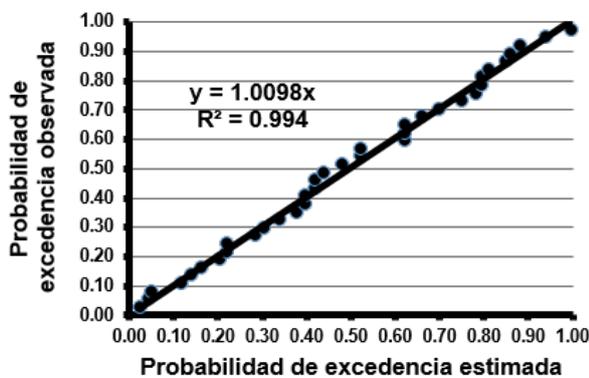
### Resultados y Discusión

En la Figura 1, se muestra el porcentaje del tiempo en cada mes con temperatura desfavorable para la incidencia de la monilia (temperatura  $\leq 21^{\circ}\text{C}$ ) para la subregión de la Chontalpa. En esa figura, se puede apreciar que todas las estaciones selectas, presentan el mismo patrón de comportamiento y que los meses con el mayor tiempo menos favorable para ataque de monilia en las 4 estaciones climatológicas selectas, va de noviembre a marzo. En cambio, el periodo crítico y más favorable va de mayo a septiembre. En este periodo muy favorable (153 días), los análisis probabilísticos de todas las estaciones climatológicas selectas muestran que hay una probabilidad superior al 86% de tener condiciones favorables para la monilia durante ese periodo.

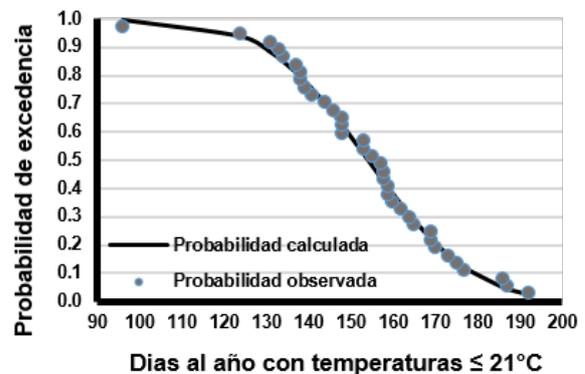


**Figura 1.** Porcentaje del tiempo de cada mes, desfavorable para el desarrollo de la monilia (*Moniliophthora roreri*) en el Chontalpa, Tabasco.

En las Figuras 2 y 3, se ejemplifica el análisis probabilístico realizado para el número de días en el año con temperaturas  $\leq 21^{\circ}\text{C}$ ; en este caso para la estación de Huimanguillo. Para todas las estaciones selectas, se encontró que existe una alta correlación lineal entre la probabilidad estimada con la Función Normal y la probabilidad empírica u observada, con valores superiores de  $R^2$  de 0.964; lo que indica que la distribución Normal fue eficaz para predecir la probabilidad de ocurrencia del número de días en el año con temperaturas  $\leq 21^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 2.** Ejemplo de la relación entre la probabilidad de excedencia estimada con la función de probabilidad Normal y la probabilidad de excedencia empírica u observada en Huimanguillo.



**Figura 3.** Ejemplo de la relación entre el número de días promedio en el año con temperatura  $\leq 21^{\circ}\text{C}$  y las probabilidades de excedencia estimada observada en Huimanguillo,

## Conclusiones

Con el análisis realizado de las cuatro estaciones localizadas en la Chontalpa, se puede afirmar que los meses de mayo a septiembre es el periodo cuando se presenta la mayor cantidad de días favorables para el desarrollo de *Moniliophthora roreri*, con probabilidades de ocurrencia mayores al

86%, por lo que se debe poner mayor énfasis en los métodos de prevención y manejo durante ese periodo. En cambio, las temperaturas de los meses noviembre a marzo, son los menos favorables para la monilia. La distribución probabilística Normal utilizada en este análisis, mostró ser confiable para la estimación de probabilidades de tener temperaturas menores o iguales a 21°C durante el año.

### Literatura citada

- Evans, H. 1981. Pod rot of cocoa caused by *Moniliophthora roreri*. *Phytopathol papers*, 24:1-44.
- IMTA, (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). (2009). ERIC IIIa (Extractor Rápido de Información Climatológica) Versión 2.0 (Software).
- Leach A.W., Mumford J.D., Krauss U. 2002. Modelling *Moniliophthora roreri* in Costa Rica. *Crop Protection* 21: 317-326.
- Suárez C. 1971. Estudio del mecanismo de penetración y del proceso de infección de *Monilia roreri* Cif. Y par. en frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Torres, C. M. 2017. Epidemiología de la moniliasis del cacao en Tabasco y norte de Chiapas, México. Suplemento de la Revista Mexicana de fitopatología.

### Referencias informáticas

- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2019. SIG ERIC III versión 1.0. Disponible en: ([www.hidrosurf.imta.mx/sig\\_eric/](http://www.hidrosurf.imta.mx/sig_eric/)) Última consulta: octubre, 2019.

## ARVENSES EN UN SUELO CULTIVADO CON CAÑA DE AZÚCAR CON FERTILIZACIÓN MINERAL Y ABONO VERDE

Proyecto en Matriz de Investigación: 550

Naranjo-Landero, S.<sup>1</sup>; Obrador-Olán, J.J.<sup>1</sup>; García-López, E.<sup>1</sup>; Valdez-Balero, A.<sup>1</sup>; Domínguez-Rodríguez, V.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500. H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>2</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas. Carretera Villahermosa-Cárdenas Km. 0.5 s/n. 86150 Villahermosa, Tabasco  
Correo-e: [rogarlopez@colpos.mx](mailto:rogarlopez@colpos.mx)

**Palabras clave:** malezas, *Saccharum* spp, *Sesbania herbacea*, diversidad, IVI

### Introducción

La agroindustria de la caña de azúcar en México representa a un importante sector productivo, de ella dependen alrededor de tres millones de personas que realizan diversas actividades: siembra, manejo agronómico, cosecha, industrialización, transporte y comercialización. Tabasco tiene dos ingenios en el municipio de Cárdenas, donde los rendimientos en campo son bajos debido a la baja fertilidad de los suelos por quemadas recurrentes, dosis inadecuadas de fertilizantes y control poco efectivo de arvenses (Figueroa *et al.*, 2017). Las malezas son capaces de producir cambios significativos en la estructura, composición y procesos del agroecosistema, disminuyendo el rendimiento del cultivo, de 20% hasta 95% si la competencia por nutrientes, agua y luz es permanente; las labores para su eliminación: control manual, mecánico y químico, incrementan los costos de producción. La incorporación de abonos verdes (AV) favorece el control de arvenses, incremento de MOS, mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas, disponibilidad de nutrientes y reducción del uso de fertilizantes minerales (Li *et al.*, 2015). El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento de la comunidad de arvenses en caña de azúcar, fase semilla, utilizando *Sesbania herbacea* como abono verde.

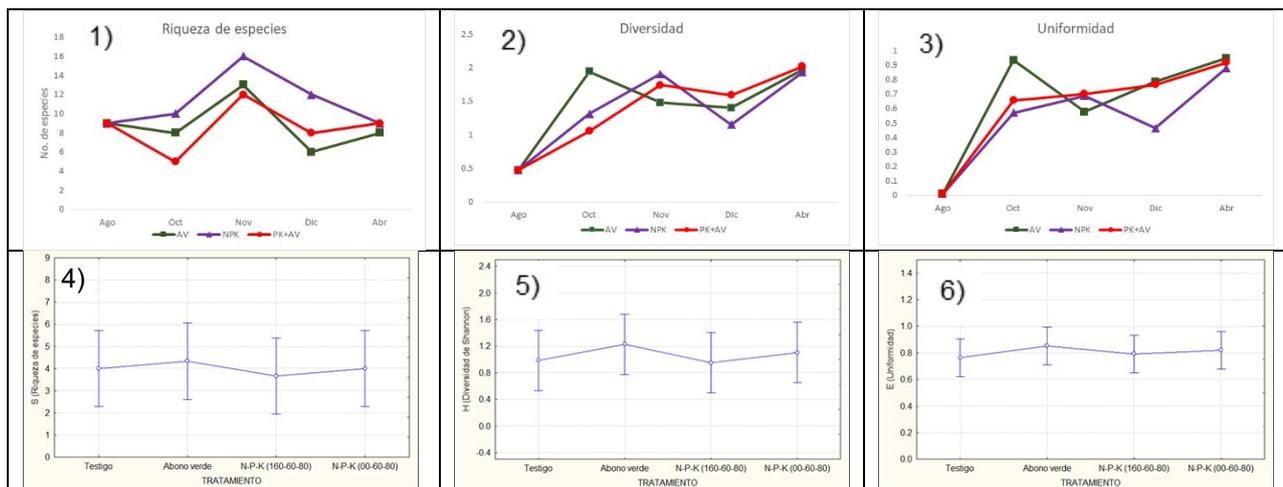
### Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco (18°00'N y 93°30'W), en un suelo cultivado con caña de azúcar variedad COLPOSCTMEX 06-039, ciclo plantilla. El diseño fue de bloques completos al azar con tres tratamientos: 1) abono verde (AV) solo; 2) fertilización nitrogenada NPK (160 60 80) y 3) fertilización PK (00 60 80) con AV, y cuatro repeticiones. Se realizaron muestreos de arvenses en cinco fechas: 1) antes de la preparación del suelo, 2) a la floración, corte e incorporación de *S. herbacea*, 3) 30 y 4) 60 días después (dd) de la incorporación, y 5) a la cosecha de la caña (31 de agosto, 8 de octubre, 8 de noviembre, 3 de diciembre de 2018 y 25 de abril de 2019).

Se analizó la composición florística de la comunidad, su diversidad mediante los siguientes índices: Riqueza (S), Diversidad (H') y Uniformidad (E); y el de valor de importancia (IVI) a través de los valores absolutos y relativos de sus componentes: Densidad (De y rDe), Frecuencia (Fr y rFr) y Dominancia (Do y rDo) (Concenço *et al.*, 2016). Se aplicó un ANOVA a los valores de S, H' y E del último muestreo.

## Resultados y Discusión

La composición florística de la comunidad de arvenses durante el ciclo de cultivo estudiado consistió de 38 especies, correspondientes a 34 géneros y 18 familias botánicas; 25 (73.5%) fueron malezas de hoja ancha (Dicotiledóneas), lo que coincide con lo reportado por Obrador-Olán *et al.* (2019). Las familias mejor representadas fueron: Poaceae con 5 especies, Convolvulaceae y Euphorbiaceae con 4, Fabaceae, Malvaceae y Cyperaceae con 3. La mayor riqueza de especies en los tratamientos se observó en el mes de noviembre (Figura 1), coincidiendo con Sundara (2011) que en cultivo de caña-caupí observó una importante reducción de densidad y peso seco de arvenses a 60 dd siembra. Los mayores valores de  $H'$  en todos los tratamientos se observaron en abril (Figura 2). La  $E$  varió de media a alta (Figura 3), resaltando su relación inversa con  $S$ , debida a la dominancia de pocas especies (Perdomo *et al.*, 2004).



**Figuras 1-3.** Comportamiento de: 1) Riqueza ( $S$ ), 2) Diversidad ( $H'$ ), y 3) Uniformidad ( $E$ ) de arvenses en caña de azúcar con tres tratamientos de fertilización: abono verde (AV), fertilización NPK y fertilización sin N con AV (PK+AV)

**Figura 4-6.** Análisis de varianza de: 1)  $S$ , 2)  $H'$ , y 3)  $E$  de arvenses en caña de azúcar con tres tratamientos de fertilización (Las barras verticales indican el intervalo de confianza 0.05)

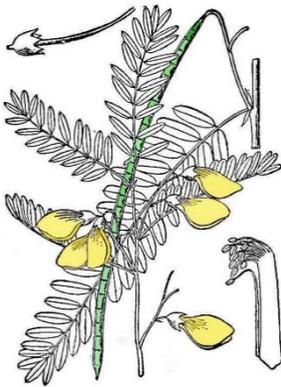
El ANOVA de  $S$ ,  $H'$  y  $E$  del último muestreo (Figuras 4, 5 y 6) no mostró diferencia estadística entre tratamientos en ninguno de los índices; Piffner y Balmer (2011) han documentado el impacto positivo de la agricultura ecológica y los AV sobre la diversidad vegetal y animal del agroecosistema, en tanto que el uso continuo de herbicidas se ha asociado con cambios en la flora asociada a la caña; de la Cruz (2015) sugiere hacer un seguimiento a largo plazo a fin de establecer su incidencia sobre las variables biológicas. En el Cuadro 1 se muestran los IVI de las cuatro especies más importantes por fecha de muestreo y tratamiento. Destacan especies anuales que, siendo nativas están bien adaptadas y aprovechan las condiciones tropicales para alargar su estancia en los cultivos e interferir en su rendimiento: *P. fasciculatum*, *J. tamnifolia*, *I. triloba* e *I. purpurea*, las tres últimas tienen hábitos trepadores y rastrojos, de modo que pocos individuos pueden ocupar grandes superficies (Carranza, 2008). *C. rotundus*, perenne e introducida, es la maleza tropical más exitosa e importante (Holm *et al.*, 1977) y vive sin dificultad en cultivos de temporal y riego, plantaciones y áreas perturbadas. *L. crustacea*, *L. octovalvis*, *A. repens*, *S. setuloso-ciliata* y *C. palustris* prosperan en sitios anegados (Vibrans, 2009), característicos de Tabasco en época de nortes, la primera se ha reportado como maleza en arroz y malanga (Rojas, 2015).

## Conclusiones

La flora arvense consistió de 38 especies, 34 géneros y 18 familias botánicas, las mejor representadas fueron Poaceae, Convolvulaceae y Euphorbiaceae. Los índices S, H' y E fueron similares en todos tratamientos y fechas; no hubo diferencia estadística entre tratamientos. Las especies más importantes fueron plantas nativas de ciclo anual, con excepción de *C. odoratus*.

**Cuadro 1.** Índice de valor de importancia (IVI) de las cuatro principales arvenses en el cultivo de caña con tres tratamientos: T1) AV=abono verde; T2) NPK=fertilización nitrogenada y AV-PK=fertilización PK+AV.

Muestreo 1: 31/08/2018		Segundo muestreo 2 (5/10/2018)					
Especie	IVI	T1: AV		T2: NPK		T: AV-PK	
		Especie	IVI	Especie	IVI	Especie	IVI
<i>P. fasciculatum</i>	111.77	<i>J. tamnifolia</i>	82.62	<i>U. fasciculata</i>	82.72	<i>C. rotundus</i>	129.61
<i>J. tamnifolia</i>	80.84	<i>U. fasciculata</i>	62.77	<i>J. tamnifolia</i>	68.94	<i>U. fasciculata</i>	66.56
<i>C. rotundus</i>	43.54	<i>S. setuloso-ciliata</i>	40.48	<i>C. rotundus</i>	56.73	<i>J. tamnifolia</i>	54.87
<i>I. triloba</i>	28.90	<i>Saccharum</i> sp	32.57	<i>O. micranthum</i>	28.28	<i>S. herbacea</i>	42.17
<b>Tercer muestreo (8/11/2018)</b>							
		<i>C. rotundus</i>	113.54	<i>C. rotundus</i>	78.83	<i>C. rotundus</i>	92.29
		<i>L. crustacea</i>	73.79	<i>L. crustacea</i>	62.81	<i>J. tamnifolia</i>	77.27
		<i>L. octovalvis</i>	22.34	<i>J. tamnifolia</i>	33.50	<i>L. crustacea</i>	28.69
		<i>E. colona</i>	17.50	<i>P. pellucida</i>	22.83	<i>L. octovalvis</i>	19.93
<b>Cuarto muestreo (3/12/2018)</b>							
		<i>C. rotundus</i>	157.37	<i>P. fasciculatum</i>	105.86	<i>C. rotundus</i>	101.47
		<i>Saccharum</i> sp	45.68	<i>J. tamnifolia</i>	87.09	<i>S. setuloso-ciliata</i>	54.70
		<i>A. repens</i>	33.47	<i>C. rotundus</i>	41.33	<i>P. fasciculatum</i>	38.07
		<i>P. fasciculatum</i>	31.03	<i>I. trifida</i>	16.71	<i>J. tamnifolia</i>	33.05
<b>Quinto muestreo (25/04/2019)</b>							
		<i>I. triloba</i>	48.17	<i>L. crustacea</i>	90.71	<i>L. crustacea</i>	61.27
		<i>C. palustris</i>	43.70	<i>P. niruri</i>	53.84	<i>S. obtusifolia</i>	53.90
		<i>I. purpurea</i>	41.51	<i>C. rotundus</i>	48.13	<i>H. brevipes</i>	45.17
		<i>P. niruri</i>	40.68	<i>C. palustris</i>	28.47	<i>I. trifida</i>	41.49



*Sesbania herbacea* (P. Mill) McVaugh

## Literatura citada

- Carranza, E. 2008. Convolvulaceae II. Flora del bajo y de regiones adyacentes; Fascículo 155. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. 107 p.
- Concenço, G.; Leme Filho, J.R.A.; Silva, C.J.; Marques, R.F.; Silva, L.B.X.; Correia, I.V.T. 2016. Ocorrência de plantas daninhas em cana de açúcar em função de variedade e manejo do palhico. *Planta Daninha*, 34(2): 219–228.
- De la Cruz, C. 2015. Contribución de abonos verdes a la producción sostenible de caña de azúcar *Saccharum officinarum* (L.) en la hacienda La Floresta del municipio de Bugalagrande-Valle del Cauca. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Del Medio Ambiente. Palmira, Colombia. 61 p.
- Figuroa, K.A.; García, A.M.T.; Mayett, Y.; Hernández, F.; Figuroa, B. 2017. Factores que explican el rendimiento de caña de azúcar a nivel municipal en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(6): 1345-1358.
- Holm, L.G.; Plucknett, D.L.; Pancho, J.V.; Herberger, J.P. 1977. The world's worst weeds. Distribution and biology. 610 p. University Press of Hawaii. Honolulu, Hawaii, USA.
- Li, F.; Wang, Z.; Dai, J.; Li, Q.; Wang, X.; Xue, C.; Liu H.; He, G. 2015. Fate of nitrogen from green manure, straw, and fertilizer applied to wheat under different summer fallow management strategies in dryland. *Biol Fert Soils* 51(7): 769–780.
- Obrador-Olán, J.J.; García-López, E.; Almeyda-Santos, L.E.; Castelán-Estrada, M.; Carrillo-Ávila, E. 2019. Weeds in a sugar cane soil cultivated with *Crotalaria juncea*. *Planta Daninha* 37: 1–10.
- Perdomo, F., H. Vibrans, A. Romero, A. Domínguez y J. Medina. 2004. Análisis de SHE, una herramienta para estudiar la diversidad de maleza. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(1): 57-61.
- Pfiffner, L.; Balmer, O. 2011. Organic Agriculture and Biodiversity. *Research Institute of Organic Agriculture (FiBL)* 1(41): 51–58.
- Rojas, S. 2015. Compendio de especies invasoras. *Lindernia crustacea* (pimpinela falsa de Malasia). Retrieved from <https://www.cabi.org/isc/datasheet/30864>
- Sundara, B. 2011. Agrotechnologies to enhance sugarcane productivity in India. *Sugar Tech.* 13: 281–298.
- Vibrans, H. 2009. Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lista-plantas.htm>.

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAR EL POTENCIAL TURÍSTICO EN UN ESPACIO GEOGRÁFICO: CASO EJIDO FRANCISCO J. MÚJICA

Lozano-De los Santos, L.E.<sup>1</sup>; Juárez-López, J.F.<sup>2</sup>; Ortiz-Salas, L.<sup>1</sup>; Gerónimo-Javier, J.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Básica e Ingeniería. Universidad Popular de la Chontalpa. Carr. Cárdenas-Huimanguillo Km. 2.0. Cárdenas, Tabasco México. Tabasco.

<sup>2</sup> Ciencia Ambiental. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500. H. Cárdenas, Tabasco. Correo-e: [llozanodelossantos@gmail.com](mailto:llozanodelossantos@gmail.com)

**Palabras clave:** Paisaje, espacio geográfico, turismo, factores naturales, factores culturales

### Introducción

El paisaje representa la expresión visual y espacial de un espacio geográfico (Muñoz, 2004), y la evaluación del mismo una alternativa para el desarrollo económico de dicho espacio, pues destaca la importancia y valor de sus recursos naturales, culturales y paisajísticos para las actividades turísticas y de planificación del territorio (Polat y Demirel, 2016). La vinculación del turismo de naturaleza y el desarrollo sustentable es la base en diversas metodologías para conocer el potencial turístico (Díaz, 2017); sin embargo, la mayoría de metodologías no evalúan los elementos necesarios para el desarrollo turístico en un espacio geográfico. En este trabajo se integra una propuesta metodológica para determinar el potencial turístico en el Ejido Francisco Mujica, ubicado en un área natural protegida, mediante la evaluación del paisaje (factores naturales y culturales), y los factores de infraestructura y servicios turísticos.

### Materiales y Métodos

La metodología propuesta se integró a partir del análisis de diversos métodos de evaluación del paisaje realizados por diversos autores: Muñoz *et al.* (1993), Fines (1968), Cañas *et al.* (2009) y Bureau of Land Management (BLM, 1980), Inventario de la Secretaria de Turismo (SECTUR, 2004), Ministerio de Comercio Exterior y Turismo del Perú (MINCENTUR, 2006), Centro Interamericano de Capacitación Turística (CICATUR-OEA, 1979), Antón (2005) y Sandoval (2006). Durante el análisis de métodos se identifican las ventajas y desventajas, y seleccionan los criterios y atributos de evaluación. Resultado de la propuesta metodológica se integra la Ficha de potencial turística con 13 atributos correspondientes a: I) Factores naturales, II) Factores culturales y III) Factores de infraestructura y servicios turísticos para su evaluación y validación por un equipo de panelistas.

### Resultados y Discusión

A partir del análisis de metodologías de estudios del paisaje y factores involucrados para el desarrollo turístico se establece la ecuación  $FN+FC+FIS=PT$  (FN=factores naturales, FC=factores culturales, FIS=factores de infraestructura y servicios turísticos y PT=potencial turístico), con un total de 13 atributos y cuatro niveles o criterios de valoración, organizados en una Ficha de Potencial Turístico.

En el Cuadro 1 se muestra la ficha del potencial turístico del recurso natural Cascada el Tucán evaluada por el equipo de panelistas, así como los atributos y criterios evaluados para los factores naturales y culturales. Los cuatro atributos valorados como factores naturales (agua, morfología, fauna y vegetación) fueron catalogados con un valor de 4, considerado como alto; por lo tanto, los factores naturales identificados en el ejido, incluido el recurso de la cascada, pueden considerarse con potencial para la actividad turística.

**Cuadro 1.** Validación de la **ficha de potencial turística** propuesta. Recurso: Cascada el Tucán del ejido Francisco J. Mújica.

Nombre del Recurso Foto del Recurso				
<b>I) FACTORES NATURALES</b>				
ATRIBUTOS	CRITERIOS			
	4	3	2	1
1. Agua	Factor dominante en el paisaje apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo y abundante	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	Agua en movimiento o en reposo y contaminadas	Ausente
2. Morfología	Relieve montañoso	Colina suave	Fondo de valle planos	Terreno plano y bajos
3. Fauna	Fauna endémica y visible	Fauna no endémica visible	Poco frecuente y poco llamativo	No se encuentra presencia faunística
4. Vegetación	Bien conservada con bosque primarios	Semi conservada con bosque secundario	Acahuales	Sin vegetación
<b>II) FACTORES CULTURALES</b>				
5. Grupos étnicos	Presencia de grupos étnicos con costumbres, tradiciones y su lenguaje bien conservados	Presencia de grupo étnico Con un grado medio en sus costumbres, tradiciones y lenguaje	Presencia de grupo étnico con un grado bajo en sus costumbres, tradiciones y lenguajes	Ausente
6. Gastronomía	Existen platillos típicos con un valor cultural, elaborados con ingredientes de la región.	Existen platillos típicos con un valor cultural que no son elaborados con ingredientes de la región.	Existen platillos que no son originarios de la región	No existe ningún platillo
7. Ruinas y lugares arqueológicos	Conservada	Poco conservada	No está conservada	Ausente
8. Festividades	Una o más festividad en importancia cultura	Festividad de mediana importancia	Se celebran festividad no originaria de la región	Ausente
9. Artesanías	Se elabora Como arte popular con valores simbólicos e ideológicos de la cultura local con alta calidad	Se elabora como arte popular con valores simbólicos e ideológicos de la cultura local con mediana calidad	se elabora arte que no son originarias del lugar	Ausente
10. Iglesia	Tiene diversidad arquitectónica la iglesia con gran valor cultural y la antigüedad de su estructura	Tiene diversidad arquitectónica de la iglesia con valor cultural y media antigüedad	No cuenta con mucho tiempo de antigüedad en su estructura	Ausente

Sin embargo, en el caso de los factores culturales evaluados en el área de estudio, los seis atributos (grupos étnicos, gastronomía, ruinas y lugares arqueológicos, festividades, artesanías, iglesia), fueron catalogados por el panel de expertos con un valor de 1, es decir que la comunidad no cuenta con algún atractivo cultural para la actividad turística. En el Cuadro 2 se muestran los resultados de

los factores de infraestructura y servicios turísticos, de acuerdo con los atributos y criterios evaluados por el equipo de panelistas. En este caso dos atributos (Alojamiento y señalización) fueron calificados con el valor de 1 y el tercero (trayecto hacia el área o vía de acceso) obtuvo un valor de 2 considerado como regular. Con base en la ecuación establecida el Ejido tiene un valor de PT de 26 puntos, una calidad de mediano potencial, catalogado como clase B, y jerarquía de 2 (Atractivos con rasgos llamativos, capaz de motivar una corriente de visitantes, regionales o locales, ya sea por si solo o en conjunto con otros atractivos).

**Cuadro 2.** Validación de la **FICHA DE POTENCIAL TURISTICA** propuesta para el recurso: Cascada el Tucán del ejido Francisco J. Mújica.

III) FACTORES DE INFRAESTRUTURA Y SERVICIO TURÍSTICO				
ATRIBUTOS	CRITERIOS			
	4	3	2	1
11. Alojamiento	Excelente	Bueno	Mala	No existe
12. Señalización	Excelente	Regular	Mala	No existe
13. Trayecto hacia el área (vía de acceso)	Cómodo y fácil	Fácil	Regular	Peligroso

### Conclusiones

El valor del PT de 26 puntos del Ejido, de acuerdo con los atributos evaluados en la propuesta metodológica, muestran que la comunidad cuenta con el Recurso Natural Cascada el Tucán, así como otros factores naturales, para su oferta turística. Sin embargo, la valoración en cuanto a factores culturales y factores de infraestructura y servicios turísticos para el desarrollo del turismo en la comunidad no son favorables. Por consiguiente, en el Ejido para implementar alguna actividad turística relacionada con el potencial de sus factores naturales, deberán considerarse en el plan de desarrollo turístico estrategias que fortalezcan los otros factores (culturales e infraestructura y servicios turísticos).

### Literatura citada

- Antón, S. 2005. Planificación territorial del turismo. Barcelona España: Editorial UOC.
- BLM. 1980. Visual Resource Management. Manual 8400. Bureau of Land Management. Washington. 15 p.
- Díaz, G. 2017. Turismo y desarrollo local. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural. 15:333-340.
- Cañas, I.; Ayuga, E.; Ayuga, F. 2009. A contribution to the assessment of scenic quality of landscapes based on preferences expressed by the public. Land use Policy. 10: 1173-1181.
- Fines, KD. 1968. Landscape evaluation: a research project in East Sussex. Regional Studies. 2: 41-55.
- MICENTUR. 2006. Manual para la formulación del inventario de recursos turísticos a nivel nacional. <https://issuu.com/planpiura/docs/manual-formulacion-inventariorecurs>
- Muñoz-Pedrerros, A.; Badilla, A.; H. Rivas. 1993. Evaluación del paisaje en un humedal del sur de Chile: El caso del río Valdivia (X Región). Revista Chilena de Historia Natural. 66: 403-418.
- Polat, Z.; Demirel, O. 2016. Evaluation of alternative tourism in the light of natural, cultural and visual resource in turkey landscape. Journal of Environmental Protection and Ecology. 17: 1220-1228.
- Sandoval, S.; Ewaldo, R. 2006. Ecoturismo: operación técnica y gestión ambiental. México: Trillas.
- SECTUR. 2004. Fascículo 1: Serie Turismo Alternativo. Turismo Alternativo Una Nueva Forma de Hacer Turismo. México.

## VALORACIÓN DEL PAISAJE COMO RECURSO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO ALTERNATIVO: CASO RANCHERÍA CHILAPA 2DA. SECCIÓN, CENTLA

Martínez-Rodríguez, A.A.<sup>1</sup>; Juárez-López, J.F.<sup>2</sup>; Galmiche-Tejeda, A.<sup>2</sup>; Ortiz Salas, L.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Popular de la Chontalpa. Carr. Cárdenas-Huimanguillo Km. 2.0. Cárdenas, Tabasco México. Tabasco.

<sup>2</sup> Área Ambiente y Área Sociedad. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco.

Correo-e: [angelmartinez007@gmail.com](mailto:angelmartinez007@gmail.com)

**Palabras clave:** Planificación, unidades de paisaje, turismo alternativo, potencial turístico.

### Introducción

El estudio de la percepción del paisaje ha sido considerado un componente clave en la planificación y ordenamiento de un territorio (Matsuoka y Kaplan 2008). Por ello, el paisaje se considera un elemento medular en la valoración de la calidad de los recursos turísticos y en la identificación del potencial turístico para el desarrollo económico es un espacio geográfico (Cebrián y García 2016). El objetivo del presente estudio fue la valoración de la percepción del paisaje de la Ranchería Chilapa 2da. Sección (Cañaverlito), ubicada en la Reserva de la Biosfera de los Pantanos de Centla en Tabasco, mediante el análisis de sus características visuales y de sus componentes para la identificación del potencial turístico y desarrollo local de la comunidad.

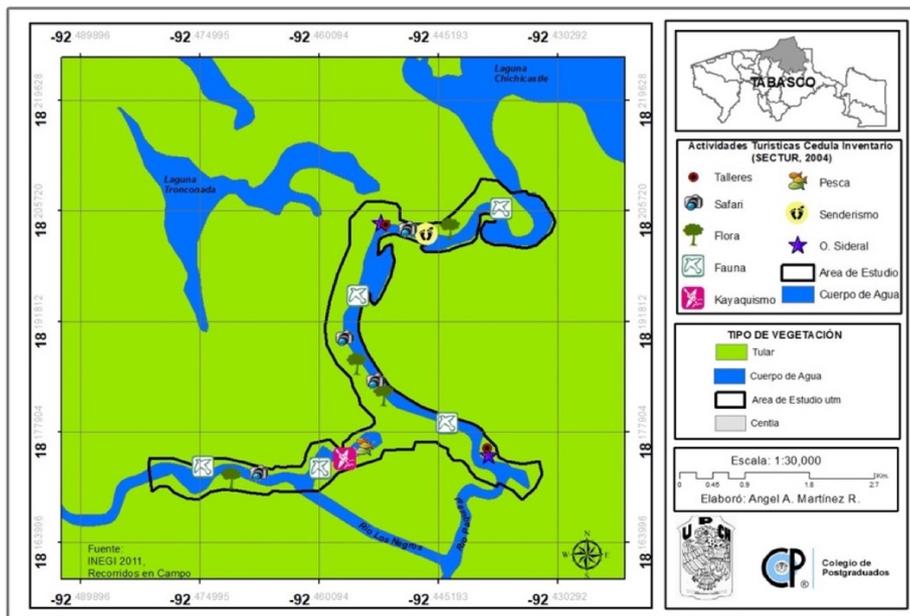
### Materiales y Métodos

El área de estudio pertenece a las microrregiones de atención prioritaria del estado de Tabasco (Juárez *et al.*, 2014). En el análisis ambiental se caracterizaron los elementos de mayor influencia en el territorio (relieve, la hidrología, la geología, edafología, uso del suelo, la vegetación y la fauna). En la delimitación de las UP se usaron mapas temáticos (MOPT, 1993). Para determinar la calidad visual del paisaje se utilizaron las metodologías de Muñoz-Pedrerros (2004); Fines (1968) y de Bureau of Land Management (1980). El inventario de recursos naturales y culturales se integró con base en la cédula de la Sectur (2004) y se elaboraron mapas comunitarios (Geilfus, 2009). Para determinar el potencial turístico en el área de estudio se consideró la evaluación de las UP (Método Mixto), análisis de los componentes del paisaje (Método Indirecto), el inventario y cédulas de las UP con el registro de los recursos naturales (RN), culturales (RC) y actividades turísticas, el mapa comunitario de RN, RC y actividades turísticas generado con el apoyo de los pobladores de la comunidad. La cartografía se elaboró en el Laboratorio de Geomática del Campus-Tabasco (ArcGIS 10.0, imágenes de satélite LANDSAT 8 con resolución de 30m).

### Resultados y Discusión

El binomio paisaje-turismo en la evaluación del paisaje para determinar el potencial turístico en un espacio geográfico destacan la importancia de la valoración de la calidad visual de sus paisajes. En el área de estudio se identificaron cinco UP en las cuales se identificaron cuatro ecosistemas predominantes, UPN1 un ecosistema de Selva Baja Subperennifolia (*Haematoxylum campechianum*), en cuya periferia se encuentra el río Paquillal; en la UPN2 un ecosistema con vegetación acuática (hidrófila) en la que predomina el carrizo (*Phragmites australis*), localizada en la ribera del río Paquillal; la UPN3 con un ecosistema de vegetación acuática representada por carrizo y se localiza en la ribera del río los Negros; la UPN4 predomina el ecosistema de Mucal (*Dalbergia brownei*),

localizada a orillas del río Paquillal, y en la UPN5 un ecosistema acuático que corresponde a la Laguna el Hojal y Laguna la Poza. El valor de la calidad visual promedio del paisaje (VP) del área de estudio fue de 18.09 que corresponde a conservado, presentando los valores promedio más altos la UPN5-Lagunas (VP de 21.40) considerado como estimulante, y las UPN4-Mucales de la margen izquierda del río Paquillal y UPN1-Tántales de la margen izquierda del río Carrizal (VP de 19.40 y 19.13, respectivamente), ambas con un valor paisajístico singular. De acuerdo con la escala internacional de valores de paisaje de Fines (1968), el área de estudio califico con un VP promedio de 6.72 considerado como distinguido; destacando en esta misma escala la UPN5, UPN4 y UPN1 con valor paisajístico de distinguido. Respecto a los valores de calidad visual de RN y RC se identificaron un total de tres RN (Selva Baja Subperennifolia de Tinto, Pasto y Fauna y tres RC (Pesca, Rancho El Paquillal y Educación ambiental-Escuela CONAFE). El RN de Selva Baja Subperennifolia de Tinto obtuvo el mayor VP (21.53) considerado como estimulante, y el de menor valoración fue Pasto (VP de 18.46) considerado como conservado; ambos recursos coinciden en su valoración en la escala de Fines, siendo catalogados como fantástico (VP de 10.00) y distinguido (VP de 7.00) respectivamente. Es importante destacar que el ecosistema de Selva Baja Subperennifolia de Tinto, otorga un valor paisajístico de interés para el turismo alternativo, siendo un RN valioso en el área de estudio y de la RBPC. En la evaluación de RN destaco la actividad de Pesca y Talleres de educación ambiental, observación sideral, con un VP de 19.40 (Singular) y VP de 18.13 (conservado), ambos RN en la escala de Fines obtuvieron valores de VP de 8.00 (Distinguido) y 7.00 (Distinguido) respectivamente. El RC de pesca es una actividad de interés tanto para la comunidad como para el turismo alternativo. En la evaluación de las UP, por el método indirecto de BLM (1980), se obtuvieron valores de calidad visual altos, moderados y bajos: la UPN1-Tántales de la margen izquierda del río Paquillal calificada con Clase A catalogada como Áreas de Calidad Alta; UPN2, UPN4 y UPN5 con Clase B clasificadas con categoría de Áreas de Calidad Media; y la UPN3-Carrizales de la margen izquierda y derecha del río Los Negros considerada como Clase C y catalogada como Áreas de Calidad Baja. En la Figura 1 se indica el potencial turístico del área de estudio, en la cual se identificaron un total de ocho posibles actividades turísticas para su desarrollo en la Ranchería Chilapa 2da. Sección (Cañaverallito).



**Figura 1.** Localización de actividades turísticas en la Ranchería Chilapa 2da. Sección (Cañaverallito), Centla, Tabasco.

Las actividades turísticas corresponden a seis actividades de Ecoturismo (talleres de educación ambiental, safari fotográfico, observación sideral, observación de flora, observación de fauna -cuervo y manatí- y senderismo interpretativo) y dos actividades de turismo de Aventura (Pesca recreativa y kаяquismo); todas ellas consideradas en el llamado turismo alternativo.

## Conclusión

Es importante señalar que, el análisis integral realizado en el presente estudio destaca la biodiversidad que prevalece en la RBPC y su conservación. La Ranchería Chilapa 2da Sección (Cañaverlito) fue categorizada como conservada y presenta áreas de calidad escénica alta y media para el turismo alternativo, en la cual se pueden desarrollar actividades de ecoturismo como talleres de educación ambiental, safari fotográfico, observación sideral, observación de flora, observación de fauna (cuervo y manatí) y senderismo interpretativo; y actividades de turismo de aventura como la pesca recreativa y el kаяquismo.

Además, la cartografía desarrollada será de gran utilidad en el desarrollo de un plan estratégico para la implementación del turismo alternativo con el fin de favorecer el desarrollo local de la comunidad y la conservación de los ecosistemas de la RBPC.

## Literatura citada

- Polat, Z.; Demirel, O. 2016. Evaluation of alternative tourism in the light of natural, cultural and visual resource in turkey landscape. *Journal of Enviromental Protection and Ecology*. 17: 1220-1128.
- SECTUR. 2004. Secretaría de Turismo. Como desarrollar un proyecto de ecoturismo Fascículo 2. México.
- Muñoz-Pedrerros, A. 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. *Revista chilena de Historia Natural*. 77: 139-156.
- MOPT. 1993. Guía Metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, series monográficas, Madrid, España. 809 pp.
- Matsuoka, R.H.; Kaplan, R. 2008. People needs in the urban landscape: analysis of landscape and urban planning contributions. *Landscape and Urban Planning*. 84: 7-19.
- Juárez, L.J.F.; Galmiche, T.A.; Solana, V.N; Martínez, B. A. 2014. Identificación de las microrregiones de atención prioritaria del Estado de Tabasco (en imprenta). Tabasco, México. 44p.
- Geilfus, F. 2009. 80 Herramientas para el Desarrollo participativo: Diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación, 8a Reimpresión IICA. San José, Costa Rica. 217 P.
- Fines, K.D. 1968. Landscape evaluation: a research Project in East Sussex. *Regional Studies*. 2: 41-55.
- BLM. 1980. Bureau of Land Management. Visual Resource Contrast Rating. Manual 8431, Washington, p32.
- Cebrián, F.; García, C. 2016. Uso y gestión del paisaje para la actividad turística en el medio rural. Aproximación teórica y empírica en el sureste de Castilla-La Mancha (Albacete). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. 72: 381-407.

## **CADMIO Y PLOMO EN HUITLACOCHÉ (*Ustilago maydis*) COLECTADOS EN CULTIVOS DE MAÍZ BAJO RIEGO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL**

Trejo-Perez A.<sup>1</sup>; Landero Valenzuela N.<sup>2</sup>; Lara-Viveros F.M.<sup>2</sup>; \***Hernández-Nataren, E.**<sup>3</sup>;

<sup>1</sup>Ingeniería en Agrotecnología. Universidad Politécnica de Francisco I. Madero. CP. 42660 Tepatepec,, Hidalgo, México.

<sup>2</sup>Departamento de Biociencias y Agrotecnología, Centro de Investigación en Química Aplicada. 25294 Saltillo, Coahuila, México

<sup>3</sup> Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco, México  
Correo-e: [nataren.edith@colpos.mx](mailto:nataren.edith@colpos.mx)

**Palabras clave:** metales pesados, AAS, agua, contaminación

### **Introducción**

El huitlacoche o cuiltlacoche (*Ustilago maydis*), es un hongo de la familia Ustilaginaceae, considerado un parásito que crece entre los granos del maíz. En México, desde la época prehispánica se considera un manjar alimenticio, y se emplea en la preparación de diferentes platillos (Juárez-Montiel *et al.*, 2011). Internacionalmente, también es conocido como “caviar azteca” o “trufa mexicana” independientemente del sabor, se caracteriza por su valor nutricional dado que contiene aminoácidos esenciales (lisina) en alta proporción, así como ácidos grasos que son fuentes de Omega 3 y 6 además de azúcares de fácil digestión, sustancias con propiedades antitumorales, inmonoestimulantes y antioxidantes, bajo contenido en grasas y alto contenido en fibra, que en conjunto, lo hacen un importante alimento a considerar y disfrutar (Cruz y García-Sandoval, 2017). Sin embargo, la producción de este hongo se base en el cultivo del maíz, y el territorio Hidalguense cuenta con una gran diversidad de condiciones agro climáticas; las zonas del Valle del Mezquital cubren el 40 % de la superficie estatal y en ellas se cultiva maíz, forrajes y hortalizas con riego; los cultivos básicos (maíz, frijol y trigo), cubren 329 mil hectáreas sembradas que representa el 55.9 % de la superficie agrícola (SAGARPA, 2011). En Hidalgo, el uso de aguas residuales cubre aproximadamente el 60 % de las tierras de cultivo, y poco más de 39 % usa aguas de pozos y lluvias mientras que apenas el 0.38 % de la superficie emplea aguas tratadas (Alba, 2013). EL empleo de aguas residuales en sistemas de riego aguas residuales pueden incorporar al suelo sustancias tóxicas como es el caso de los metales pesados y residuos orgánicos de baja tasa de degradación, además de un incremento de salinidad tanto del suelo como del manto acuífero. Las especies vegetales, incluidos los cultivos agrícolas, tienen la capacidad de acumular metales pesados en sus tejidos; a esta capacidad se le conoce como bioacumulación y es diferente entre las especies vegetales y son atribuidas también, a la capacidad de retención de metales por el suelo y a la interacción planta – raíz – metal. Por lo antes descrito, se realizó un diagnóstico sobre la presencia de metales pesados en hongos Huitlacoche de cultivos de maíz en la región del Valle del Mezquital, Hidalgo.

### **Materiales y Métodos**

La investigación se llevó a cabo en 15 municipios del Valle del Mezquital Hidalgo, México, los cuales tienen un sistema de riego rodado con aguas residuales provenientes del Estado de México. La colecta de Hongo de huitlacoche (*Ustilago maydis*) realizó por triplicado en distintas parcelas de cada municipio, las muestras de suelo en las mismas parcelas, mientras que las muestras de agua residual se colectaron en el canal principal que distribuye el agua de riego de cada municipio muestreado. Todas las muestras se etiquetaron y transportaron a las instalaciones de la UPFIM, para su

preparación y pre-tratamiento analítico (digestión), la cuantificación de metales se realizó mediante AAS en el Campus Tabasco, Colegio de Postgraduados.

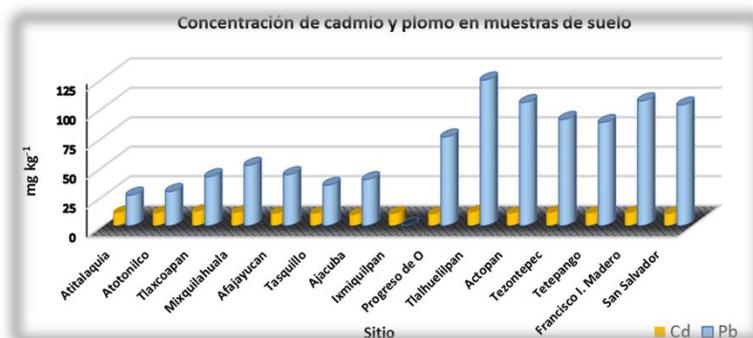
## Resultados y Discusión

En la Figura 1 se muestran las concentraciones de Cd y Pb en las aguas residuales colectadas, puede observarse que todas las muestras contienen Cd y las concentraciones más altas fue para los municipios de Ajacuba (24.5 mg L<sup>-1</sup>), Atitalaquia (21.5 mg L<sup>-1</sup>) y Atotonilco (20 mg L<sup>-1</sup>). Las muestras en promedio tienen una concentración de 18.5 mg L<sup>-1</sup> de Cd; mientras que para el plomo el contenido promedio fue de 91.4 mg L<sup>-1</sup>, cabe destacar que solo en la muestra del municipio de Atitalaquia no se detectó la presencia de plomo. Las presencias de estos metales estudiados superan los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales (NOM-001-ECOL- 1996, EPA (1986), SEDUE (1989), NOM-127- SSA1-1994).



**Figura 1.** Concentración de Cd y Pb determinada en muestras de aguas residuales empleadas en el sistema de riego rodado de 15 municipios del Valle del Mezquital, Hidalgo.

Las muestras de suelo analizadas, para cadmio, presentan un intervalo de concentración de 7.13 a 11.66 mg kg<sup>-1</sup>; estos niveles superan ampliamente los umbrales considerados como contaminación establecidos en las normativas (3.0 mg kg<sup>-1</sup>), Tlaxcoapan fue el municipio donde se encontró la mayor concentración (11.66 mg kg<sup>-1</sup>); el cadmio se adhiere fuertemente a la materia orgánica en la cual permanece inmóvil en el suelo y puede ser incorporado por plantas, entrando así a la cadena alimentaria, cuando forma iones hidratados o complejos iónicos asociado a otras sustancias inorgánicas u orgánicas y dependiendo de sus formas puede solubilizar en el agua. Con respecto al plomo, se observa en la Figura 2, que, a excepción de Ixmiquilpan, todas las muestras tienen plomo, el municipio de Tlathuelilpan fue en el que se encontró el contenido más alto (123.66 mg kg<sup>-1</sup>).



**Figura 2.** Cd y Pb en suelo colectado en parcelas de cultivo de maíz en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

Estos contenidos, en general, desde el punto de vista de las normativas se encuentran dentro de los límites establecidos (EU 300 mg kg<sup>-1</sup>, Holanda 50 mg kg<sup>-1</sup>, España 50- 750 mg kg<sup>-1</sup>).

En la Figura 3, se muestran las concentraciones de Cd y Pb determinada en huitlacoche colectados en parcelas de maíz cultivado con sistema de riego en el Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo, se observa que el Cd se encuentra en el 100 % de las muestras analizadas, lo cual indica que se está bioacumulando, este metal juega un papel importante en el suelo ya que compite con Ca y el K principalmente, y entra en la planta, el contenido encontrado en promedio fue de 9.71 mg kg<sup>-1</sup>, destacando el municipio de Ajacuba con la concentración más alta (28.24 mg kg<sup>-1</sup>), en términos de normativas se exceden los límites máximos permitidos.



**Figura 3.** Metales pesados en hongos colectados en parcelas de cultivo de maíz en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

## Conclusiones

Todos los municipios evaluados presentaron metales pesados en diferentes concentraciones en las muestras de suelo, agua y esporas de *Ustilago maydis*. Solo el municipio de Ixmiquilpan mostró los más bajos niveles de Cd y ausencia de Pb.

La mayor concentración de cadmio en suelo se presentó en el municipio de Tlaxcoapan con una cantidad de 11.66 mg kg<sup>-1</sup>. Por otro lado, en *Ustilago maydis* el valor más alto fue para el municipio de Ajacuba (28.24 mg kg<sup>-1</sup>). Las muestras de agua de los municipios evaluados presentaron metales pesados en diferentes concentraciones, a excepción del municipio de Ixmiquilpan donde no se detectó Pb.

## Literatura citada

- Alba, R. D. 2013. Aguas residuales. El oro negro del valle del Mezquital. FAO. p. 24-26.
- ATSDR. 2012. Resumen de salud pública. División de Toxicología y Ciencias de la Salud, Springfield, USA. p. 1-8. [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs7.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs7.pdf).
- Cruz, C.M.; García-Sandoval, R. 2017. El Huitlacoche una delicadeza y alimento nutritivo de la milpa. Biodiversidad Mexicana c, 2-40. <https://www.biodiversidad.gob.mx/usos/huitlacoche.html>
- Juárez-Montiel, M.; Ruiloba de León, S.; Chávez-Camarillo, G.; Hernández-Rodríguez, C.; Villa-Tanaca, L. 2011. Huitlacoche (corn smut), caused by the phytopathogenic fungus *Ustilago maydis*, as a functional food. Rev Iberoam Micol. 28(2): 69–73.
- SAGARPA. 2011. Control y Evaluación del Programa Estatal de Desarrollo Agropecuario. *Desarrollo Agropecuario Sustentable*, México. p. 1-32.

## RENDIMIENTO COMPARATIVO DE YUCA (*Manihot esculenta*) BAJO FERTILIZACIÓN MINERAL Y ABONO VERDE

Proyecto en Matriz de Investigación: 552

Magaña-Valenzuela, W.<sup>1</sup>; Obrador-Olán, J.J.<sup>1</sup>; García-López, E.<sup>1</sup>; Castelán-Estrada, M.<sup>1</sup>; Carrillo-Ávila, E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500. H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Federal Haltunchén-Edzná Km 17.5. 24450, Sihochac, Champotón, Campeche

Correo-e: magana.wanderley@colpos.mx; [obradoro@colpos.mx](mailto:obradoro@colpos.mx)

**Palabras clave:** densidad de plantación, leguminosa, fertilidad del suelo

### Introducción

Por ser fuente de alimento e ingresos para pequeños productores, y forraje para animales, la yuca es un importante cultivo en las regiones subtropicales del mundo (Pinto *et al.*, 2016). Aunque Tabasco es el estado mexicano con más superficie sembrada de yuca, tiene bajo rendimiento debido a una baja fertilidad del suelo, poco uso de insumos y control de enfermedades y plagas (McCallum *et al.*, 2017), no obstante que contiene áreas con potencial edafoclimático para incrementar su rendimiento (Rivera-Hernández *et al.*, 2012). En este sentido, el uso de leguminosas como abonos verdes (AV) en cultivos agroalimentarios es una práctica que reduce el uso excesivo de fertilizantes, mejora la fertilidad y disminuye la erosión del suelo, además de ayudar en el control de plagas, enfermedades y malezas; por su rápido crecimiento y aporte de nitrógeno al suelo, la crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) es utilizada como AV (Cruz *et al.*, 2014). Por lo anterior, la investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la crotalaria como AV en el rendimiento de la yuca y la fertilidad del suelo en diferentes densidades de plantación.

### Materiales y Métodos

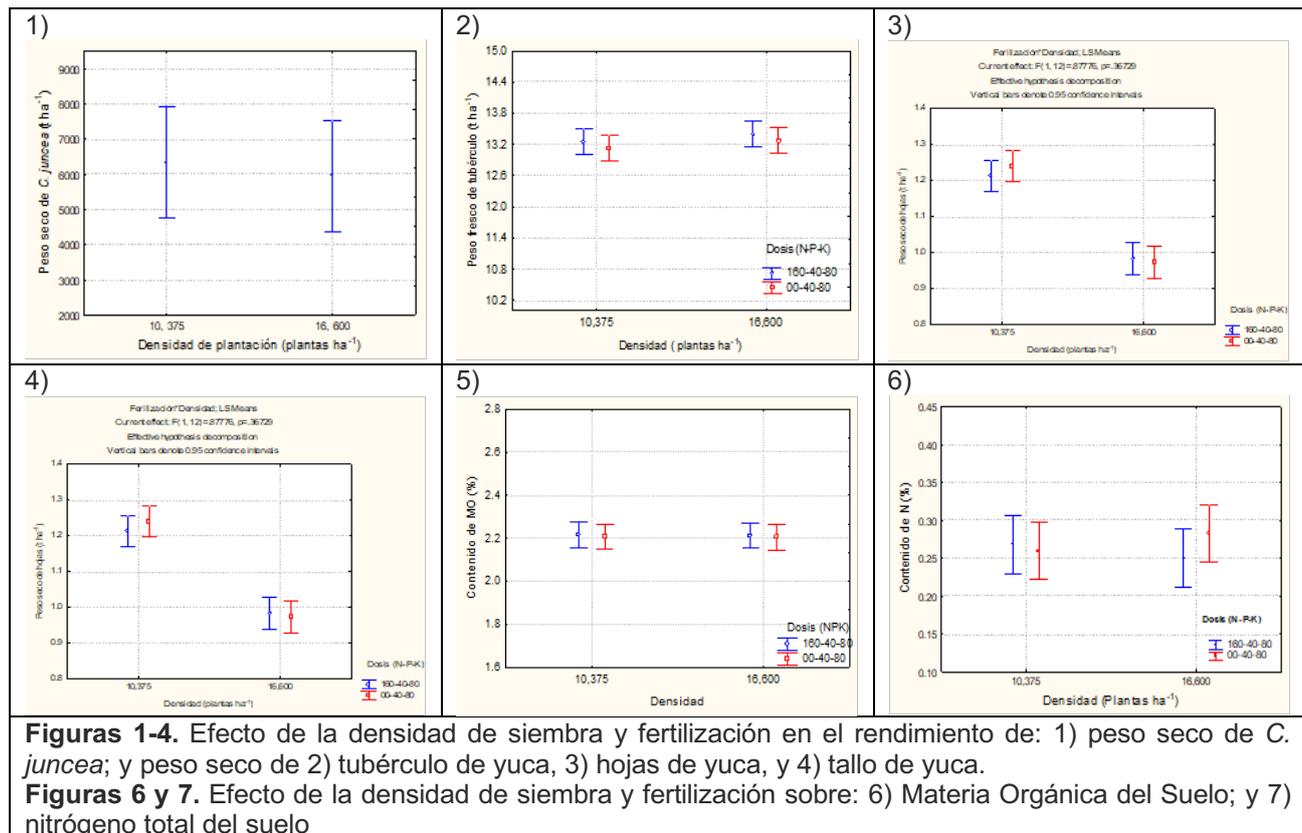
El experimento se realizó en el campo experimental del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco (18°01' N; 93°03' W), de septiembre de 2018 a abril de 2019. Se utilizó la variedad de yuca "Sabanera", estableciéndose en un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2x2. El primer factor fue la densidad y tuvo dos niveles: 10,375 y 16.600 plantas ha<sup>-1</sup>; el segundo factor consistió en el tipo de fertilización (NPK), también con dos niveles: AV-40-80 y 160-40-80, lo que generó cuatro tratamientos: 1) D-10,375 + 160-40-80; 2) D-10,375 + AV-40-80; 3) D-16,600 + 160-40-80, y 4) D-16,600 + AV-40-80. La crotalaria (15 kg ha<sup>-1</sup> de semilla) se sembró 30 dd, estimando su rendimiento en floración (60 ddd), e incorporando todo el material vegetativo al cultivo para que la disponibilidad de nutrientes aportados por la planta coincidiera con la fecha de máximo desarrollo de la yuca. Las variables estimadas fueron: rendimiento de tubérculos (t ha<sup>-1</sup>), rendimiento de los componentes (tallo y hojas) de la biomasa aérea de la yuca (t ha<sup>-1</sup>) y fertilidad del suelo al establecer el experimento y a la cosecha de la yuca.

### Resultados y Discusión

La densidad de siembra no influyó sobre el rendimiento de la biomasa seca de crotalaria (Figura 1), aunque se observó una tendencia al incremento en la densidad baja, tal vez debido a una menor competencia entre plantas. El rendimiento promedio fue 6,142.56 kg ha<sup>-1</sup>, que está en el intervalo

reportado por Brunner *et al.* (2009), siendo inferior (7.16 y 6.73 t ha<sup>-1</sup>) al encontrado por Almeida-Santos *et al.* (2019) y Hinds (2013), y superior (3 a 4 t ha<sup>-1</sup>) al de Gámez *et al.* (2019).

El peso fresco de tubérculo fue similar en los cuatro tratamientos (Figura 2), lo que parece indicar que el N fijado por la asociación *C. juncea-Rhizobium* fue aprovechado por la yuca (Adekiya *et al.*, 2019). En la mayor densidad el rendimiento incrementó ligeramente, coincidiendo con lo registrado por Rojas *et al.* (2007). El peso fresco promedio fue 13.41 t ha<sup>-1</sup>, que superó al promedio estatal (11.78 t ha<sup>-1</sup>) y es similar al nacional (13.01 t ha<sup>-1</sup>) (SIAP-SAGARPA, 2018), y coincidió con los 8.7 y 13.4 t ha<sup>-1</sup> obtenidos por López *et al.* (2018), pero fue diferente al reportado por Blanco *et al.* (2005) (26 t ha<sup>-1</sup>). Adekiya *et al.* (2019) mencionan que la fertilización nitrogenada promueve rendimientos altos; los rendimientos similares con y sin aplicación de N sugieren que la incorporación de la crotalaria complementó el aporte de este nutrimento.



Hubo diferencia estadística en el peso seco de hoja respecto a la densidad, pero no a la fertilización (Figura 3). Valores más altos correspondieron a la densidad baja, probablemente debido a que un mayor espacio entre plantas resulta en un mejor desarrollo y menor competencia por recursos como luz y agua (Rojas *et al.*, 2007). Los resultados son ligeramente bajos comparados con los (1.47 a 1.94 t ha<sup>-1</sup>) de Bolívar y Molina (2007) pero altos respecto a los (0.2 t ha<sup>-1</sup>) de Cadavid y López (2015). El peso seco de tallo fue similar en todos los tratamientos (Figura 4), aunque con el uso de AV fueron ligeramente más altos. El valor promedio fue de 3.25 t ha<sup>-1</sup>, siendo altos respecto a los obtenidos por Bolívar y Molina (2007) (1.05 y 1.39 t ha<sup>-1</sup>).

Respecto a la fertilidad del suelo, los contenidos de N, P y K fueron 0.27%, 8.25 mg kg<sup>-1</sup> y 0.32 cmol<sub>(c)</sub> kg<sup>-1</sup>, respectivamente, los cuales fueron ligeramente mayores en los tratamientos con AV, pero no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos para ninguno de esos parámetros (Figuras 5 y 6).

## Conclusiones

La incorporación de crotalaria no incrementó el rendimiento del tubérculo de yuca, pero lo mantuvo sin la aplicación de fertilización química nitrogenada. El peso seco de tallo fue similar en todos los tratamientos, pero en la densidad menor el de las hojas fue más alto. Las propiedades químicas del suelo fueron similares en todos los tratamientos, sin embargo, en algunos parámetros se observó un ligero incremento en su contenido cuando se utilizó abono verde.

## Literatura citada

- Adekiya A.O.; Agbede, T.M.; Aboyeji, C.M.; Dunsing, O.; Ugbe, J.O. 2019. Green manures and NPK fertilizer effects on soil properties, growth, yield, mineral and vitamin C composition of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 18(2): 218-223p.
- Almeida-Santos L.E.; Obrador-Olán, J.J.; García-López, E.; Castelán-Estrada, M.; Carrillo-Ávila, E. 2019. Cultivo e incorporación de *Crotalaria juncea* L. en un suelo cañero de la Chontalpa, Tabasco, México. *Agroproductividad* 12(7): 87-93.
- Blanco Navarro, M.; Aguilar Bustamante, V.; García López, J.R.; Baldioceda Manzanares, C. 2005. Efecto de las densidades de siembra en el rendimiento de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) vr valencia. *Agronomía Mesoamericana* 16(2): 225-230p.
- Brunner, B.; Martínez, S.; Flores, L.; Morales, P. 2009. Hoja informativa *Crotalaria*. Proyecto de Agricultura Orgánica. Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales. Estación Experimental Agrícola de Lajas. Puerto Rico. 4p.
- Cadavid, L. F.; López, L. M. 2015. Conservación del suelo dedicado al cultivo de yuca, en tecnologías modernas para la producción de yuca. *CLAYUCA* 1-28 p.
- Cruz, L. J.; da Silva, S. L.; dos Santos de S., N.C.; Pelacani, C. R. 2014. Effect of cover crops on the aggregation of a soil cultivated with papaya (*Carica papaya* L.). *Scientia Horticulturae* 172: 82–85.
- Gámez, C. F.J.; Bañuelos, T. O.; Perdomo, R. F.; Vázquez, S. J. M.; Trujillo, C.A. 2019. La *Crotalaria juncea* L. una alternativa forrajera para la ganadería en el trópico mexicano Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Universidad Autónoma del Estado de Morelos C. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Estado de Morelos. México.
- Hinds J.; Wang, K.H.; Marahatta, S.P.; Meyer, S.L.; Hooks, CR. 2013. Efectos del cultivo de cobertura de cáñamo Sunn y fertilizantes orgánicos en la comunidad de nematodos en condiciones de crecimiento templado. 45 (4): 265-71.
- López-López, R.; Ramírez-Guillermo, M.A.; Martínez- Herrera, J.; Cámara –Córdova, J.; Durán-Prado, A. 2018. Respuesta de la yuca para raíz *Manihot esculenta* Crantz a la fertilización mineral con NPK en un Acrisol Húmico de Tabasco, México. *Investigaciones Científicas y Agrotecnológicas para la Seguridad Alimentaria.UJAT-INIFAP*.114-123p.
- McCallum, E. J.; Ravi, B. A.; Wilhelm, G. 2017. Tackling Agriculturally Relevant Diseases in the Staple Crop Cassava (*Manihot Esculenta*). *Current Opinion in Plant Biology* 38: 50–58.
- Pinto-Zevallos, D. M.; Pareja, M.; Ambrogi, G. B. 2016. Current Knowledge and Future Research Perspectives on Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) Chemical Defenses: An Agroecological View. *Phytochemistry* 130: 10–21.
- Rivera-Hernández, B.; Aceves-Navarro, L. A.; Juárez-López, J. F.; Palma-López, D. J.; González-Mancillas, R.; González-Jiménez, V. 2012. Zonificación agroecológica y estimación del rendimiento potencial del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el estado de Tabasco, México. *Avances de Investigación Agropecuaria* 16(1): 29-47.
- Rojas, W.; Gutiérrez, D.; Esparza, B.; Medina, Y.; Villalobos, L.; Morales Y. 2007. Efecto de la densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz, bajo las condiciones agroecológicas de la Altiplanicie de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. Caracas*. 24: 94:112.
- SIAP-SAGARPA. 2018. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. En <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>. Consultado el 26 de Sep de 2019.

## DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE COLORÍMETRO DE BAJO COSTO BASADO EN TARJETAS MICROCONTROLADORAS TIPO ARDUINO

Proyecto en Matriz de Investigación: 457

Rincón-Ramírez, J. A.<sup>1</sup>; Vázquez-Navarrete, C. J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

Correo-e: [jrincon@colpos.mx](mailto:jrincon@colpos.mx)

**Palabras clave:** Sensores, open-hardware, open-source, teledeteccion de objeto cercano

### Introducción

En la actualidad, el uso de software y hardware con licencias de uso propietarias presentan un problema tanto en la práctica docente e investigadora como su uso por parte de pequeños productores. Esto debido, principalmente, a los costos que implican tanto su adquisición como la actualización de sus componentes los cuales están diseñados, en la mayoría de los casos con una obsolescencia programada (Bulow, 1986; Casares, 2003; Soto, 2013).

Como una alternativa a estos inconvenientes han surgido soluciones tanto en software como en hardware que siguen los principios de desarrollar programas de computo libres de licencias propietarias (Arlanzon, 2013; Popov, 2012). En la agricultura y a lo largo de la cadena de suministro de alimentos y biomateriales, el color es una propiedad relacionada con la calidad, así como diferentes procesos productivos los cuales se relacionan con el crecimiento, la maduración, los índices de cosecha, el manejo y el procesamiento (Pathare, 2013; Wu, 2013).

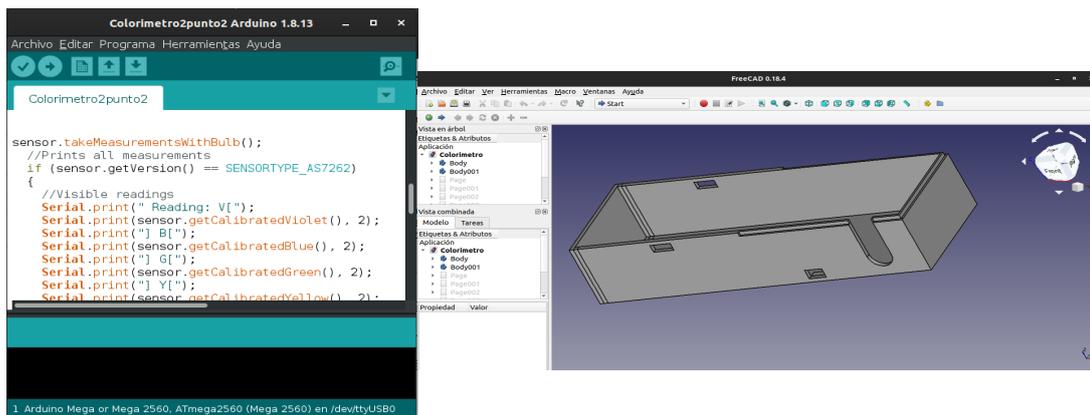
A pesar de la gran cantidad de avances tecnológicos y científicos sobre la medición del color y sus relaciones con otros atributos sensoriales, existen todavía varios retos por superar, entre los cuales destacan (Saldaña, 2014): (i) el desarrollo de equipos “hechos a la medida” para su uso en campo, de gran precisión y confiabilidad, (ii) así como de bajo costo y fácil reparación.

Por tanto, el presente proyecto tiene como principal objetivo el desarrollo de un colorímetro que este basado en una tarjeta microcontroladora tipo arduino cuya función es la de desplegar las lecturas en una pantalla en diferentes sistemas colorimétricos tales como RGB, CMYK, entre otros.

### Materiales y Métodos

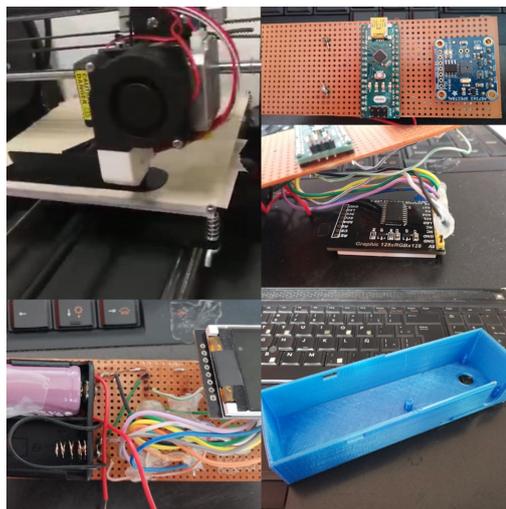
Para el desarrollo del prototipo se utilizaron 1 tarjeta microcontroladora tipo Arduino nano, 1 Sensor de Color modelo AS7262 SPECTRAL, 1 Display TFT-LCD de 128\*128 líneas, impresora 3D para el desarrollo del prototipo, así como materiales electrónicos variados para las conexiones de los componentes y fuente de energía.

La primera fase del proyecto consistió en escribir el programa en lenguaje C que permitiera la comunicación entre la controladora y el sensor, así como el desarrollo en CAD de la carcasa que contendrá el prototipo, estas actividades se elaboraron en la IDE de Arduino y en FreeCAD (Figura 1).



**Figura 1.** Desarrollo de software y prototipo 3D de la carcasa

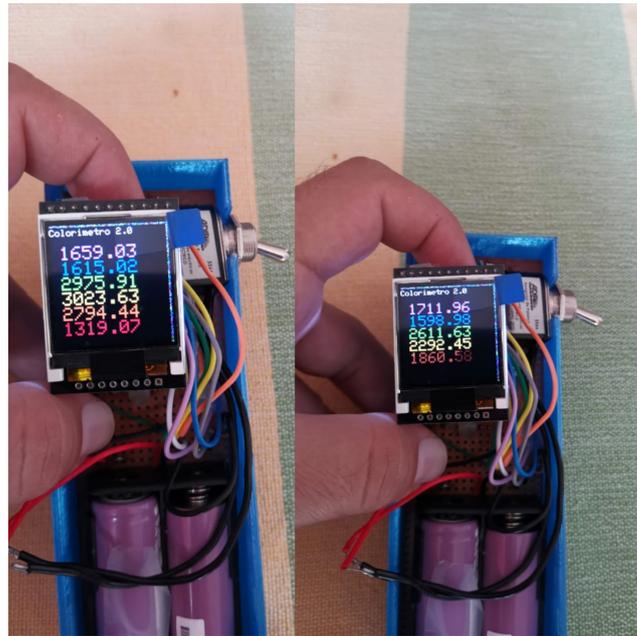
Como siguiente paso, se realizaron las conexiones y ensamblado de todos los componentes (Figura 2)



**Figura 2.** Impresión 3D, y conexiones entre sensor, arduino y fuente de energía

### Resultados preliminares

Actualmente se está en proceso de terminar el diseño de la tapa del colorímetro y de manera paralela se están realizando las primeras pruebas de lectura de color (Figura 3), para posteriormente iniciar con el proceso de calibración.



**Figura 3.** Pruebas iniciales de la lectura del sensor donde se aprecia como el canal de color con mayor valor corresponde con el color de fondo.

### Literatura citada

- Arlanzon Inglés, D. 2013. Introducción de la plataforma Open Source Arduino para aplicaciones de domótica y automatización en el CFGS sistemas electrotécnicos y automatizados. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/18225?show=full>
- Bulow, J. 1986. An economic theory of planned obsolescence. *The Quarterly Journal of Economics* 101(4): 729-749.
- Casares Ripol, J. 2003. El nuevo paisaje del consumo. *Distribución y consumo* (70): 5-9
- Pathare, P.B.; Opara, U.L.; Al-Said, F.A.J. 2013. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology* 6(1): 36-60
- Popov, D. 2012. Contacto físico: introducción a Arduino. *Linux magazine* (82): 60-63
- Saldana, E.; Siche, R.; Castro, W.; Huaman, R.; Quevedo, R. 2014. Measurement parameter of color on yacon (*Smallanthus sonchifolius*) slices using a computer vision system. *LWT-Food Science and Technology* 59(2): 1220-1226.
- Soto, R. 2013. América latina. Entre la financiarización y el financiamiento productivo. *Revista problemas del desarrollo*. 173 (44): 57-78.
- Wu, D.; Sun, D.W. 2013. Colour measurements by computer vision for food quality control-A review. *Trends in Food Science & Technology* 29(1): 5-20

## PRODUCCIÓN Y PROTEÍNA EN FOLLAJE Y VAINA DE *Clitoria sp* y *Clitoria ternatea* L. EN SUELOS IMPACTADOS POR LA INDUSTRIA PETROLERA

Proyecto en Matriz de Investigación: 317

Rivera-Cruz, M.C.<sup>1</sup>; Valier-Mago, M.<sup>1</sup>; Aranda-Ibáñez, E.M<sup>1</sup>; Trujillo-Narcía, A<sup>2</sup>; Morales-Guzmán, G<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>2</sup>Cuerpo Académico Energía y Medioambiente, Universidad Popular de la Chontalpa, Km Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Ra. Paso y Playa, Cárdenas, Tabasco, México.  
Correo-e: mariari@colpos.mx

**Palabras clave:** Zapatito morado, leguminosa, vaina, hidrocarburo

### Introducción

En el sureste de mexicano existen suelos con uso forrajero aledaños a infraestructura petroleras que contienen hidrocarburos del petróleo por arriba de los límites máximos permisibles según la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (Trujillo-Narcía *et al.*, 2012). El ganado bovino bajo condiciones de manejo extensivo en praderas tropicales, influenciadas por contaminantes del petróleo, se adaptan a las condiciones edafoclimáticas y se alimentan principalmente de forraje de baja calidad (Villanueva *et al.*, 2004). Esta situación requiere el uso de leguminosas forrajeras, una es la conocida como zapatito morado (Magaña, 1995), la cual incluye a *Clitoria ternatea* (Cter) introducida a México en 1968 y también otra especie no identificada (*Clitoria sp*, Csp). Ambas especies son importantes para la nutrición animal por la acumulación, en hojas y vainas, de altos contenidos de proteína, además poseen la capacidad de fijación biológica de N atmosférico. Este atributo permite la formación de compuestos orgánicos que permite la función sostenible de N en los sistemas de cultivo (de la Peña y Pueyo, 2012). El objetivo de esta investigación fue determinar el potencial de *Clitoria sp* y de *C. ternatea* en la producción de materia seca y acumulación de proteína a partir de plantas expuestas a petróleo en tiempos sucesivos de su crecimiento y producción.

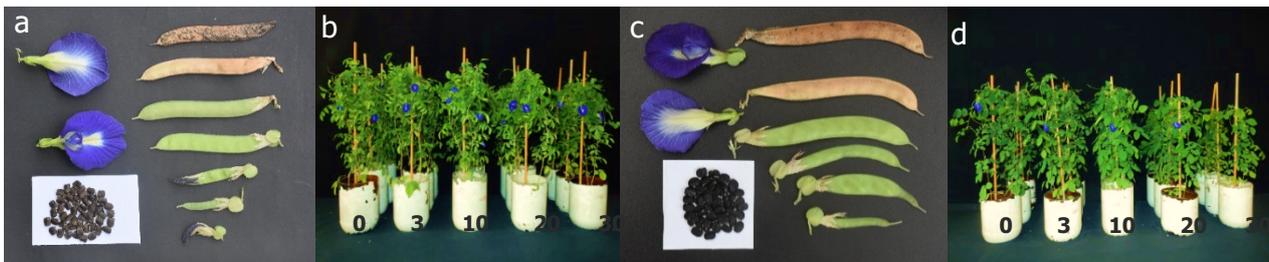
### Materiales y Métodos

Csp es una planta (Figuras 1a,b) que crece en forma natural en áreas influenciadas por las emisiones gaseosas y de partículas aceitosas de la fosa de quema de la Batería petrolera Paredón, Huimanguillo, Tabasco. La especie Cter (Figuras 1c,d) fue colectada en Acayucan, Veracruz, se utiliza como forraje para el ganado bovino. El experimento fue un factorial 2x5x3: dos especies de *Clitoria*, cinco dosis de petróleo crudo (0, 3, 10, 20 y 30 g/kg base seca) (Figuras 1b,d) y tres tiempos (30, 75 y 120 días después de la siembra, dds) que corresponden a las tres fases fenológicas: crecimiento (CRE), floración (FLO) y fructificación (FRU). En cada tiempo se realizó cosecha de plantas para separar la raíz (MSR), material aéreo (hojas y tallos) (MSA), flores (MSF) y vainas (MSV). Se determinó en las tres fechas el contenido de proteína cruda en MSA y en MSV. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza en función del efecto de la dosis de petróleo en el suelo y también de la fase fenológica, asimismo se aplicaron pruebas de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) por cuadruplicado.

### Resultados y Discusión

El Cuadro 1 evidencia incremento de MSR y MSA en ambas leguminosas en las tres fechas de

muestreo, también se encontró la misma tendencia a través del tiempo en suelo expuesto a las cuatro dosis de petróleo. Las dosis de petróleo 3, 10 y 20 g/kg no redujeron la MSR de la vaina el día 120, similar respuesta en MSA a los 75 y 120 dds. La MSF se incrementó por efecto de 3 g de petróleo, sin embargo, la MSV fue inhibida en las dos especies evaluadas. Csp acumuló mayor cantidad de MSR y MSA en las tres fases fenológicas, así como también mayor MSV, lo que demuestra que Csp es una planta tolerante porque sugiere que se adaptó al estrés inducido por la exposición a petróleo. Al respecto, Mittler (2002) menciona que la planta responde al estrés mediante mecanismos de defensa para protegerse del daño; pero se ha observado que las plantas con altos niveles de antioxidantes, constituidos o inducidos, tiene mejor resistencia al daño.



**Figura 1.** Flor, fruto y semillas de *Clitoria* sp (a) y *Clitoria ternatea* (c), experimento de *Clitoria* sp (b) y *C. ternatea* (d) en petróleo fresco día 120 (Fotografías: M.C. Rivera-Cruz).

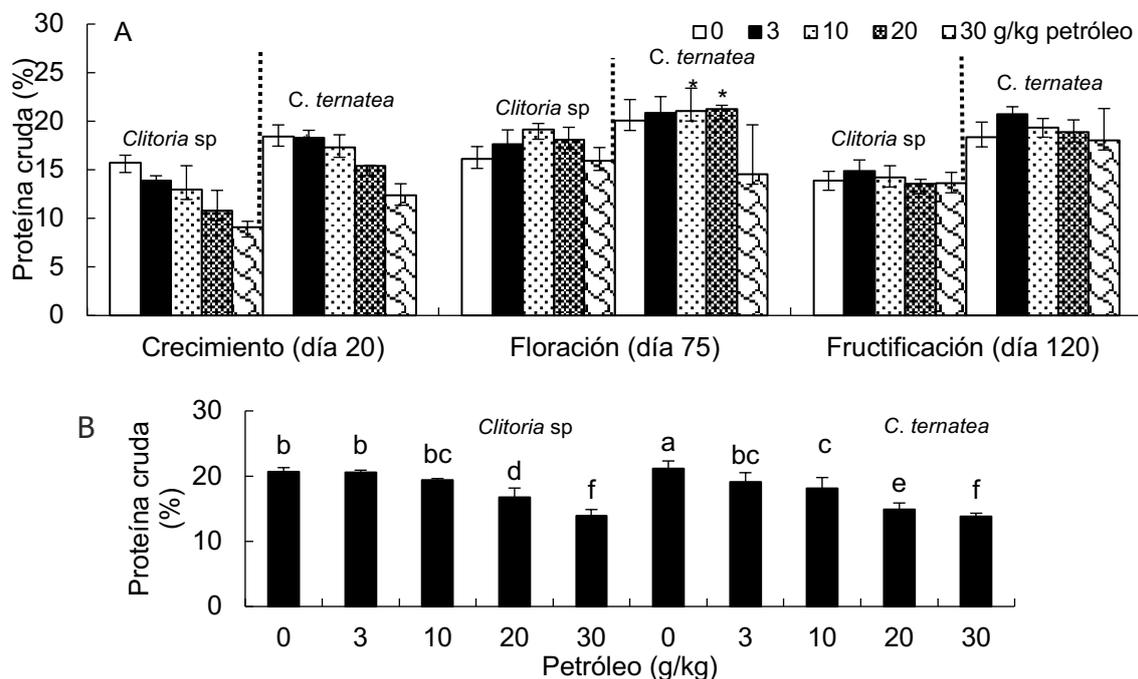
**Cuadro 1.** Materia seca raíz, aérea, flores y frutos de *Clitoria* sp y *Clitoria ternatea* en concentración de petróleo fresco según tiempo de corte por fase fenológica.

	MSR (raíz) (g)			MSA (hojas y tallos) (g)			Flor (día 75)	Vaina (día 120)
	Fase fenológica			Fase fenológica				
	CRE (d 30)	FLO (d 75)	FRU (d 120)	CRE (d 30)	FLO (d 75)	FRU (d 120)		
<u>Petróleo (mg/kg)</u>								
0	.25a	1.24a	2a	.74a	23a	31a	5.3c	10.5a
3	.17ab	1.0ab	1.8a	.78a	23a	33a	5.8a	8b
10	.09bc	.66bc	1.7a	.56ab	22a	31a	5.5cb	7c
20	.06c	.5c	1.7a	.36bc	19a	31a	5.6b	8.6b
30	.06c	.32c	1.5b	.31c	13b	30b	5.5cb	7c
<u>Especie</u>								
Csp	.17A	1.0A	2.3A	.68A	18A	35A	5.5A	8.9A
Cter	.08B	.45B	1.2B	.43B	21A	28B	6.6A	7.7B
<u>Petróleo</u>								
Sin	.25A	1.2A	2A	.68A	23A	31A	5.3A	10.5A
Con	.095B	0.6B	1.7A	.50AB	19B	31A	5.6A	7.6B

CRE: crecimiento al día 30, FLO: floración al día 75 y FRU: fructificación al día 120. Letras minúsculas dentro de columna indican diferencias estadísticas significativas  $p \leq 0.05$ . Letras mayúsculas dentro de columnas en cada factor indica diferencias estadísticas significativas.

El contenido de proteína cruda en MSA de Csp y Cter en fase de CRE fue en el rango 9 a 18, FLO 15.9 a 21.2 y FRU 13 a 20.69%, siendo la mayor 21 y 21.2% en Cter expuesta a 10 y 20 g de petróleo al día 75 (FLO), mientras que Csp con 19% expuesta a 10 g de petróleo en la misma fase (Fig. 2A). Esto sugiere que la planta según la edad adopta medidas adicionales de control proteólisis, con el fin de regular el metabolismo celular de manera eficaz y sobrevivir a las condiciones de estrés (Azcón-Bieto y Talón, 2008). Así mismo, Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar (2007) informan que la proteína en MSA se diluye conforme la planta va envejeciendo debido a que disminuye el citoplasma aumentando los carbohidratos estructurales, lignina y almidón. Esto se produce por un aumento relativo de los tallos los cuales poseen más lignina que las hojas. La proteína en vaina para Csp entre

20.7 a 13.9 y Cten entre 21.17 a 13.85, la respuesta de las dos *Clitorias* con tendencia inversamente proporcional al petróleo (Figura 2B).



**Figura 2.** Proteína promedio en *Clitoria sp* y *Clitoria ternatea*; (A) materia aérea después del corte en épocas fenológicas, sin y con petróleo fresco. (B) vaina. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). Las barras indican el error estándar.

## Conclusiones

Dosis de 3, 10 y 20 g petróleo en fase de floración y fructificación inducen incremento en materia seca aérea de las dos *Clitorias*, pero *Csp* produce mayor materia seca de raíz, aérea y vaina respecto a *Cten*. *Cten* en fase de floración acumula mayor cantidad de proteína aérea por el petróleo. La proteína en vaina fue mayor en *Cten*, con efecto negativo por petróleo.

## Literatura citada

- Azcón-Bieto, J; Talón M. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill. Interamericana, Madrid, España.
- de la Peña, C.; Pueyo, J. 2012. Legumes in the reclamation of marginal soils, from cultivar and inoculant selection to transgenic approaches. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA. 32: 65-91.
- Juárez-Hernández, J; Bolaños-Aguilar, E.D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. Univ. Cienc. 23: 81-90
- Magaña, A.M.A. 1995. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México, 205p.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Sci, 7: 405-410.
- Trujillo-Narcía, A; Rivera-Cruz, M.C; Lagunes-Espinoza, L.C; Palma-López, D.J; Sánchez-Soto, S; Ramírez-Valverde, G. 2012. Efecto de la restauración de un fluvisol contaminado con petróleo crudo. Rev. Inter. Cont. Ambie. 28: 361-374.
- Villanueva, A.J.F.; Bonilla, C.J.A.; Rubio, C.V.; Bustamante, G.J.J. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Tec. Pecu. Méx. 24: 79-96.

## LOGROS DEL PROYECTO 490: MANEJO SUSTENTABLE DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Salgado-García, S.<sup>1</sup>; Cordova-Sánchez, S.<sup>2</sup>; Palma-López, D.J.<sup>1</sup>; Lagunes-Espinoza, L.C.<sup>1</sup>; Ortiz-García, C.F.<sup>1</sup>; Aranda-Ibañez, E.M.<sup>1</sup>; Rincon-Ramirez, J.A.<sup>1</sup>; Ortiz-Laurel, H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, 86500 H. Cárdenas, Tabasco. <sup>2</sup>Universidad Popular de la Chontalpa, <sup>3</sup>Campus Cordoba.  
Correo-e: [salgados@colpos.mx](mailto:salgados@colpos.mx)

**Palabras clave:** caña de azúcar, manejo agronómico, sustentabilidad, diversificación

### Introducción

El ingenio Presidente Benito Juárez (IPBJ) es el más importante en el estado de Tabasco, cuenta con 25000 ha. Sus 4500 productores de caña pertenecen a dos agrupaciones cañeras CNC y CNPR. El IPBJ ha venido perdiendo productividad en las últimas zafras (63.0 TCH). Los factores que inciden en los bajos rendimientos de caña son: campo cañero con poca diversidad de variedades, despoblación del campo cañero, presencia de plagas (rata de campo, barrenadores, salivazo, suelos con baja fertilidad debido a la quema de residuos de la cosecha (Salgado *et al.*, 2009).

### Objetivos

Generar dos paquetes tecnológicos para la producción sustentable de caña de azúcar para el ingenio Presidente Benito Juárez (IPBJ) y contribuir a la diversificación de la agricultura cañera:

### Materiales y Métodos

El Grupo Manejo Sustentable de Caña de Azúcar del Colegio de Postgraduados (Grupo MASCAÑA), ha planteado el proyecto Producción sustentable de la caña de azúcar como una alternativa de producción más amigable con su entorno (Salgado *et al.*, 2013), que permita incrementar los rendimientos de campo y las utilidades para los productores. Por ello, se ha planteado realizar 17 acciones de investigación y algunas de transferencia y capacitación; mismas, que han sido abordadas de manera interdisciplinaria e interinstitucional desde agosto de 2015 (Cuadro 1).

### Resultados y Discusión

En 2019 y parte de 2020, se lograron los siguientes resultados (Cuadro 1). Dado que la investigación se realiza con estudiantes de licenciatura algunas veces abandonan el trabajo tal como se muestra en los proyectos 3 y 9. Bueno, también con los estudiantes de posgrado ocurren bajas como fue el caso del Ing. Ricardo Pérez Alpuche en 2020, con quien ya se había establecido el trabajo de tesis desde diciembre de 2019. Cabe señalar que por la pandemia del Covid-19, se retrasó la graduación de dos tesis del Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco y se suspendió el trabajo de investigación sobre determinación de lignina y hemicelulosa de tesis de la UPCH dentro del Proyecto 6. También se suspendieron actividades en proyecto 11, ya que los alumnos regresaron a sus casas por la pandemia y su futuro es incierto dado que radican en Chiapas. El efecto de la pandemia del Covid-19 sobre la productividad académica será de mediano plazo por las restricciones burocráticas que hay que salvar para realizar actividades de campo y laboratorio. De las investigaciones realizadas se publicaron 10 artículos científicos y se participó en la RCTAT 2019 y Convención de ATAM 2019. Un efecto favorable del proceso de formación de recursos humanos con

alumnos de licenciatura es su ingreso al programa de maestría en ciencias, tal es el caso de la Ing. Candy de los Santos Ruíz en enero de 2020.

**Cuadro 1.** Acciones de investigación del proyecto 490-MSCA, diciembre de 2020.

No.	Proyecto	Financiamiento	Estatus	Artículos
1	Análisis del crecimiento de variedades de caña de azúcar en ISRCH Dinámica de crecimiento del cultivo de caña de azúcar en dos condiciones edafoclimáticas del ISRCH.	Triple A y P. Compass	En proceso	<b>Tesis DC 2017</b> <b>Tesis MC 2020</b>
2	Evaluar las reservas nutritivas de las yemas en el desarrollo de las plantas de caña de azúcar	Triple A	2 Tesis LC Concluida	García Alejandro <i>et al.</i> (2019)
3	Evaluar la distribución de raíces del cultivo de caña de azúcar a través de los ciclos de cultivo	Triple A Triple A y Proyecto Compass	Tesis LC no concluida Tesis DC en proceso	Borrador de artículo
4	Diagnóstico de microorganismos benéficos asociados al cultivo de caña de azúcar	Triple A	2 Tesis LC Concluida	Sánchez-Reyna <i>et al.</i> (2020) y Hernández-Gómez <i>et al.</i> (2020)
5	Evaluación del aprovechamiento potencial de la paja de caña	Triple A	2 Tesis de LC y 1 Tesis de MC concluidas  Proceso Proceso Proceso	García-Alcocer <i>et al.</i> (2019), García-Alcocer <i>et al.</i> (2019) y López-Velázquez <i>et al.</i> (2020). <b>2 Tesis LC 2019</b> <b>Tesis de DC 2019</b> <b>Tesis de LC 2019</b>
6	Análisis de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo y su correlación con el rendimiento de cultivo de caña de azúcar.	Triple A, UPCH, Impulsora Agrícola	TC Concluida	López Hernández <i>et al.</i> (2019)
7	Uso de NIRS para evaluar la calidad del jugo de caña de azúcar.	Triple A y CT	Tesis MC Concluida	Salgado Velázquez <i>et al.</i> (2020)
8	Evaluación de la calidad del jugo de caña de azúcar en el Ingenio Santa Rosalía	Triple A y Proyecto Compass	Tesis LC no concluida	Artículo enviado
9	Correlación entre el NDVI obtenido con dron y la Imagen satelital en el cultivo de caña	Triple A y Proyecto Compass	Proceso	Tesis LC Un borrador de artículo
10	Desarrollar la siembra mecanizada de precisión de caña de azúcar a base de semilla artificial.	Triple A	Se suspendió	Salgado-García <i>et al.</i> (2019) <b>Tesis LC 2020</b>
11	Optimización del proceso de composteo en el ingenio Pujilic	Triple A	Inicio	<b>Tesis MC 2020</b>
12	Defoliación foliar del cultivo de caña de azúcar	Triple A	Inicio	<b>Tesis LC 2020</b>

## Conclusiones

Trabajar con este proyecto ha sido motivante a pesar de la deserción de estudiantes. La colaboración de los integrantes ha sido fundamental en la generación de conocimiento, formar recursos humanos y la publicación de artículos. A finales de 2020, se retoma la actividad de investigación.

## Literatura citada

- García-Alejandro, I.A.; De los Santos-Ruiz, C.; Córdova-Sánchez, S.; Salgado-García, S.; Castañeda-Ceja, R.; Salgado-Velázquez, S.; Hernández-Villegas, M.M.; Lagunes-Espinoza, L.C.; Valerio-Cárdenas, C.; Santos-Arguelles, R.G. 2019. Efecto de las reservas nutritivas y posición de las yemas en el tallo en la calidad de las plántulas de caña de Azúcar. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 22: 665-673.
- Sánchez-Reyna L.; Salgado-García S.; Córdova-Sánchez S.; Hernández- Cuevas C.; Gómez-Leyva J.F.; Palma-López D.J.; Castañeda-Ceja R.; García -de la Cruz R. 2020. Capacidad infectiva de propágulos de Hongos Micorrizicos Arbusculares en el cultivo de caña de azúcar. *Agroproductividad*. 13(1):59-66.
- Hernández-Gómez, L.M.; Salgado-García, S.; Gómez-Leyva, J.F.; Córdova-Sánchez, S.; Ramírez-May, A.G.; Aranda-Ibañez, E.M.; Ortiz- García, C.F.2020. Diagnóstico sobre las bacterias rizosféricas asociadas al cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). *Agroproductividad*. 13(4):33-39.
- García-Alcocer, N.K.; Salgado-García, S.; Córdova-Sánchez, S.; Castañeda-Ceja, R.; De la Cruz-Burelo, P.; Turrado-Saucedo, J. 2019. Evaluación de óxido de calcio e hidróxido de calcio para la obtención de fibra de celulosa. *Agroproductividad*. 12 (7): 3-9.
- García-Alcocer, S.K.; Salgado-García, S.; Córdova-Sánchez, S.; Rincón-Ramírez, J.A.; Bolio-López, G.I.; Castañeda Ceja, R.; Saucedo-Corona, A.R.; Falconi-Calderón, R.; Valerio-Cárdenas, C. 2019. Blanqueo de la fibra de celulosa de paja de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) con peróxido de hidrógeno. *Agroproductividad*. 12 (7):11-17.
- López-Velázquez, L.Y.; Salgado-García, S.; Turrado-Saucedo, J.; Hidalgo-Moreno, C.I.; Ortiz-García, C.F.; Córdova-Sánchez, S.; Saucedo-Corona, A.R.; Canché-Escamilla, G. 2020. Celulosa y microcelulosa de residuos del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). *Agroproductividad*. 13(4):11-17.
- López-Hernández, O.; Salgado-García, S.; Hernández-Nataren, E.; Lagunes-Espinoza, L.C.; Contreras-Oliva, A.; Córdova-Sánchez, S.; Romero, E.R.; Zossi, S. 2019. La espectroscopía de infrarrojo cercano (NIRS) en el seguimiento de la madurez del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.). *Agroproductividad*. 12 (7): 107-113.
- Salgado-Velázquez, S.; Salgado-García, S.; Rodrigues Jr, F.A.; Palma-López, D.J.; Córdova-Sánchez, S.; Rincón-Ramírez, J.A.; López Castañeda, A. 2020. Spatial variability of soil physico-chemical properties in agricultural fields cultivated with sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in southeastern Mexico. *Sugar Tech*. 22 (1): 65-75.
- Salgado-García, S.; Álvarez-Sánchez, G.F.; Palma-López, D.J.; Lagunes-Espinoza L.C.; Ortiz-Laurel, H. 2019. Germinación de la semilla artificial de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). *Agroproductividad*. 12 (7):51-56.

## BIOMETRÍA DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN EL INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA

**Proyecto en Matriz de Investigación: 540**

Izquierdo-Hernández, J.<sup>1</sup>; Salgado-García, S.<sup>1\*</sup>; Lagunes-Espinoza, L.C.<sup>1</sup>; Palma-López, D.J.<sup>1</sup>; Peña-Cabriales, J.J.<sup>2</sup>; Córdova-Sánchez, S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCAÑA. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México.

<sup>2</sup>El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Irapuato.

<sup>3</sup>Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México.

Correo-e: [salgados@colpos.mx](mailto:salgados@colpos.mx)

**Palabras clave:** análisis biométrico, crecimiento, numero de hijuelos, altura, diámetro de tallos.

### Introducción

Para el análisis de los patrones de crecimiento de la caña de azúcar se deben realizar mediciones de variables biométricas, de biomasa y de rendimiento (Salgado *et al.*, 2013). La evaluación de algunas variables morfológicas como altura, diámetro, número de plantas por metro lineal, área foliar y producción, hace posible la identificación de la capacidad productiva de diferentes cultivos y variedades y también de analizar los efectos del manejo del cultivo adoptado sobre una especie (De Oliveira *et al.*, 2010). El crecimiento de la caña de azúcar ocurre a través de la interacción del cultivo con factores ambientales. La mejor comprensión de tales interacciones puede obtenerse mediante el análisis cuantitativo del crecimiento y mediante mediciones biométricas de las plantas durante su desarrollo, lo que permite el uso de índices fisiológicos en el intento de verificar las diferencias entre los cultivares y modelar el crecimiento en diferentes prácticas de manejo y ambientes de producción (Freire *et al.*, 2010). Los datos biométricos se miden en plantas intactas (evaluaciones no destructivas) o cosechadas (evaluaciones destructivas), pudiéndose monitorear los parámetros de número de tallos industrializables por metro lineal, diámetro medio de tallos, altura media de tallos (Silva *et al.*, 2012), entre otras. Por todo ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento de las variables biométricas de tres cultivares de caña de azúcar, durante el ciclo plantilla, en el área de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa.

### Materiales y Métodos

El experimento se realizó en condiciones de temporal, durante el ciclo plantilla en el área de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la chontalpa (ISRCH), utilizando tres cultivares de caña de azúcar (MEX 69-290, MEX 79-431 y CP 72-2086). Para ello se ubicaron y georreferenciaron 9 parcelas comerciales (3 por cada cultivar) con fechas de siembra similares, dentro de las cuales se establecieron 5 sitios de observación de 30 x 30 m, en los cuales se llevaron a cabo las mediciones biométricas mensuales (macollamiento, numero, diámetro y altura de tallos). El experimento contó con un diseño factorial (cultivar x DDS). El análisis estadístico, consistió en el análisis de la varianza (ANAVA) para el efecto de cultivar (Cv), DDS y la interacción Cv x DDS con un nivel de significancia  $P \leq 0.05$ .

## Resultados y Discusión

**Número de hijuelos por metro lineal ( $\text{mL}^{-1}$ ).** Se observó diferencia estadísticamente significativa entre las variedades MEX 79-431 y MEX 69-290, las cuales presentaron el mayor (12.3) y menor (9.9) número de hijuelos  $\text{mL}^{-1}$ . Para el efecto días después de la siembra (DDS) también se encontró diferencia, siendo 60 y 120 DDS cuando se contó el menor (6.5) y mayor (15.3) número de hijuelos  $\text{mL}^{-1}$ . La interacción Cv x DDS fue no significativa. El número de hijuelos  $\text{mL}^{-1}$  de la caña de azúcar en el área y bajo las condiciones del estudio depende de la variedad y los DDS (Cuadro 1.)

**Cuadro 2.** Análisis de la varianza (ANAVA) del número de hijuelos  $\text{mL}^{-1}$  de tres variedades (V) de caña de azúcar durante el ciclo plantilla.

DDS/V	MEX 69-290	CP 72-2086	MEX 79-431	Media DDS
60	4.77 a	7.2 ab	7.4 ab	6.46 A
90	10.07 bc	12.63 cd	13.23 cd	11.98 B
120	14.73 cd	17.17 d	13.9 cd	15.27 C
Media V	9.86 a	11.51 ab	12.33 b	
C. V (%):	39.67			
Valor de P:				
V	0.0317*			
DDS	0.0001**			
V x DDS	0.3331NS			

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ). \*\*Efecto altamente significativo, \*efecto significativo, NS: efecto no significativo.

**Número de tallos  $\text{mL}^{-1}$ .** El número de tallos  $\text{mL}^{-1}$ , únicamente mostró diferencia estadísticamente significativa para el efecto DDS y para la interacción V x DDS. En cuanto a los DDS, solo hubo diferencia estadística entre los 150, 180 y 210 días, en los cuales hubo aumento del número de tallos  $\text{mL}^{-1}$  conforme aumentaba la edad del cultivo. Después de los 210 DDS y hasta la cosecha, el número de tallos  $\text{mL}^{-1}$  permaneció constante durante los muestreos realizados, toda vez que durante este tiempo no se apreció diferencias estadísticas en el número de tallos  $\text{mL}^{-1}$ . Los valores de número de tallos  $\text{mL}^{-1}$  obtenidos en este trabajo (de 12.3 a 12.9), son superiores a los reportados por De Oliveira *et al.* (2005) que fueron de 7.44, 9.02 y 8.64 plantas  $\text{m}^{-1}$  para las variedades RB 72454, RB 855113 y RB 855536, respectivamente, a los 328 DDS.

**Altura de tallos (m).** Para altura de tallos, se observó diferencia estadísticamente significativa para el efecto de variedad, DDS y su interacción. La prueba de medias de Tukey señala que la variedad CP 72-2086, fue la que alcanzó la mayor altura de tallos en comparación con la MEX 69-290 y la MEX 79-431, que no presentaron diferencias estadísticas entre ellas. En cuanto a las fechas de muestreo, se aprecia que MEX 69-290 a los 360 DDS alcanzó su mayor altura, MEX 49-431 los 390 DDS y MEX 79-431 hasta los 420 DDS. Se apreció un periodo de estacionalidad del crecimiento de tallos entre 240 y 300 DDS (que coincide con un periodo de disminución en la precipitación y aumento de la temperatura conocido como canícula) y otro a partir de los 330 DDS hasta la cosecha (época de sequía). Dichos valores son ligeramente inferiores a los encontrados (0.18-3.5 m) para 10 variedades brasileñas de caña de azúcar bajo diferentes láminas de riego (De Oliveira *et al.*, 2010).

**Diámetro de tallo.** Se encontró diferencia estadísticamente significativa para Cv, DDS y la interacción para la variable diámetro de tallos. La prueba de Tukey, indica que MEX 79-431 presentó mayor diámetro de tallo en comparación con MEX 69-290 y CP 72-2086. Entre estas dos últimas no hubo diferencia estadística significativa. En cuanto a las fechas de muestreo, se aprecia, de manera general, que esta variable tiende a disminuir conforme avanza la edad del cultivo, este comportamiento se observó de los 150 hasta los 210 DDS, donde se presentó la canícula, a partir

de este último y hasta la cosecha, no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Los valores de diámetro de tallos obtenidos en este trabajo son similares a los reportados por De Oliveira *et al.* (2010), para 10 cultivares de caña de azúcar. Pero indican que al cultivo de caña le hizo falta humedad para incrementar el diámetro de tallo al menos a 32 mm, como lo señalaron Viveros *et al.* (2015).

## Conclusiones

El elevado número de hijuelos en la etapa inicial de crecimiento indica buenas condiciones edafoclimáticas en el área de abastecimiento del ISRCH para el desarrollo de las variedades de caña evaluadas. Sin embargo, la sequía presente en agosto de 2019 afectó el número de tallos con excepción de la variedad MEX 79-431 que presentó 16.2 tallos mL<sup>-1</sup> a los 450 DDS, el número de tallos mL<sup>-1</sup> de las variedades MEX 69-290 y CP 72-2086, representó el 89.2 % del número de hijuelos mL<sup>-1</sup> a los 120 DDS. El diámetro de tallo se redujo de acuerdo con la edad del cultivo y su media varía de 27.3 a 28.4 mm. La variedad MEX 69-290 alcanzó su mayor altura a los 360 DDS, MEX 79-431 a los 390 y CP 72-2086 hasta los 420.

**Agradecimientos:** Al proyecto COMPASS-México (*Sistema de servicios de análisis de producción, gestión y observación de cultivos*), a la CNPR, al Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa y al CONACYT.

## Literatura citada

- De Oliveira, R. A.; Daros, E.; Zambon, J.L.C.; Koehler, H.S.; Silva, D.K.T. 2005. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná: taxas de crescimento. *Scientia Agrária*, 6(1-2): 85-89.
- De Oliveira, C.A. E.; De Oliveira, R. I.; De Andrade, B. M. T.; Freire, F. J.; Lira J. M. A.; Machado, P. R. 2010. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 14(9): 951-960.
- Freire, F. J.; De Oliveira, E. C. A.; Dos Santos-F., M. B. G.; De Oliveira, R. I.; De Oliveira, A. C. 2010. Growth indices of eleven sugarcane varieties grown under full irrigation environments in Brazil. In: 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.
- Salgado García, S.; Lagunes Espinoza, LDC.; Núñez Escobar, R.; Ortiz García, C.F.; A.L. Bucio Alanís A.; Aranda Ibáñez, E.M. 2013. CAÑA DE AZUCAR: Producción sustentable. BBA, Colegio de Postgraduados-Mundi Prensa. México, D.F. 520 p.
- Silva, D.F. C.A.; Da Silva, A. R. A.; Bezerra, F. M. L.; Ferreira, C. D.S.; De Andrade, R. R. 2012. Crescimento vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) irrigada com água de esgoto doméstico tratado. *Conex. Ci. e Tecnol*, 6 (1): 27-43.
- Viveros Valens, C.A.; Baena García, D.; Salazar Villarreal, F.; Orlando López, L.; Victoria K. J.I. 2015. Características de la caña de azúcar asociadas con toneladas de caña por hectárea y sacarosa (% caña). *Acta Agronómica* 64(3): 268-272.

## CALIDAD INDUSTRIAL DE CULTIVARES DE CAÑA DE AZÚCAR EN INGENIO SANTA ROSALÍA DE LA CHONTALPA

**Proyecto en Matriz de Investigación: 540**

Izquierdo-Hernández, J.<sup>1</sup>; Salgado-García, S.<sup>1</sup>; Lagunes-Espinoza, L.C.<sup>1</sup>; Palma-López, D.J.<sup>1</sup>; Peña-Cabriales, J.J.<sup>2</sup>; Córdova-Sánchez, S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCAÑA. Km. 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México.

<sup>2</sup>El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Irapuato.

<sup>3</sup>Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas - Huimanguillo, Km. 2.0 Cárdenas, Tabasco, México.

Correo e: [izquierdo.jose@colpos.mx](mailto:izquierdo.jose@colpos.mx)

**Palabras clave:** calidad de jugo, °Brix, pureza, POL.

### Introducción

El éxito económico del cultivo de caña de azúcar se determina por la acumulación de sacarosa en los entrenudos de sus tallos molederos (Batta *et al.* 2002), siendo el proceso de maduración, fundamental para la industria, ya que esta necesita escalonar los predios y períodos de cosecha para tener un control que garantice el suministro de materia prima de buena calidad durante toda la cosecha (Moura *et al.*, 2014). Por lo tanto, los cultivares que tienen mejor calidad de materia prima y permiten un mayor rendimiento industrial para la producción de azúcar y alcohol son de gran importancia para una explotación racional de la caña de azúcar (Da Silva *et al.*, 2013). Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad industrial de tres cultivares de caña de azúcar durante el ciclo plantilla, en la zona de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa.

### Materiales y Métodos

El experimento se realizó en condiciones de temporal, durante el ciclo plantilla en el área de abastecimiento del Ingenio Santa Rosalía de la Chontalpa (ISRCH), se utilizaron tres cultivares de caña de azúcar (CP 72-2086, MEX 79-431 y MEX 69-290). Para ello se ubicaron y georreferenciaron nueve parcelas comerciales (tres por cada cultivar) ubicadas en un suelo Fluvisol eutrítico, con fechas de siembra similares. En cada plantación se colectó una muestra con tres repeticiones (10 tallos por repetición), a las cuales, se realizó la determinación de la calidad industrial de las muestras, por polarimetría. Los muestreos se realizaron a los 330, 390 y 450 días después de la siembra (DDS). El experimento contó con un diseño factorial (cultivar x DDS).

### Resultados y Discusión

**Grados brix.** No se encontró diferencias estadísticamente significativas entre cultivares (Cuadro 1), se registraron valores medios entre 15.23 y 15.85°. Los valores más altos de °Brix se observaron en el muestreo realizado 450 DDS, alcanzando un promedio de 17.28°, similar a 17.15 y 17.86° reportados por Salgado *et al.* (2017) para CP 72-1210 y MEX 69-290 con suministro de 120 y 180 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadro 1).

**POL (%).** El porcentaje de POL fluctuó entre 12.5 a 13.43, el cual se considera adecuado, para un jugo de caña con buena calidad. En cuanto a las fechas de muestreo, el mayor porcentaje de POL (14.92) se observó en el muestreo realizado a 450 DDS, siendo inferior a 18.53 a 19.75% descritos por Clemente *et al.* (2018), para RB991536, RB011941 y RB92579 a 402 DDS.

**Cuadro 1.** Análisis de varianza y prueba de medias de Tukey de la calidad del jugo en tres cultivares de caña de azúcar, durante el ciclo plantilla en la zona de abastecimiento del ISRCH.

Int. Cv x DDS	DDS	MEX 69-290	CP 72-2086	MEX 79-431	Media DDS
°Brix	330	14.21 abc	14.17 ab	13.44 a	13.94 A
	390	15.57 bcde	16.32 cdef	14.84 abcd	15.58 B
	450	17.77 f	16.64 def	17.42 ef	17.28 C
	<b>Media Cv</b>	15.23a	15.71a	15.85a	
POL (%)	330	11.84 ab	12.01 ab	10.51 a	11.45 A
	390	12.82 cd	14.17 cd	11.83 ab	12.94 B
	450	15.62 d	13.98 bcd	15.62 d	14.92 C
	<b>Media Cv</b>	13.43b	13.39ab	12.5b	
Fibra (%)	330	11.99 ab	12.08 ab	11.42 a	11.83 A
	390	12.76 ab	12.99 b	11.83 ab	12.30 A B
	450	12.69 ab	11.48 a	12.73 ab	12.53 B
	<b>Media Cv</b>	12.48a	12.18a	11.99a	
Pureza (%)	330	83.24 abc	84.66 bc	78.13 a	82.01 A
	390	84.59 bc	84.57 bc	79.85 ab	83.0 A
	450	87.92 c	84.00 bc	87.41 c	86.44 B
	<b>Media Cv</b>	85.25b	84.41b	81.80a	
Humedad (%)	330	82.9 b	81.24 b	83.68 b	82.61 B
	390	74.47 a	75.38 a	76.73 a	75.53 A
	450	74.52 a	75.48 a	73.37 a	74.46 A
	<b>Media Cv</b>	77.29a	77.37a	77.93a	
A. Reductores (%)	330	0.76 b	0.63 ab	0.76 b	0.72 B
	390	0.60 ab	0.55 ab	0.59 ab	0.58 A
	450	0.47 a	0.57 ab	0.53 ab	0.52 A
	<b>Media Cv</b>	0.61a	0.58a	0.63a	
<b>Probabilidad de F para:</b>					
	<b>Cv</b>	<b>DDS</b>	<b>Int. Cv x DDS</b>	<b>C.V (%)</b>	
°Brix	0.2424NS	0.0001**	0.1850NS	8.41	
POL	0.0317*	0.0001**	0.0070*	10.24	
Fibra	0.1726NS	0.0176*	0.0099*	7.24	
Pureza	0.0016*	0.0001**	0.0027*	3.88	
Humedad	0.5263NS	0.0001**	0.0220*	2.65	
A. Reductores	0.6707NS	0.0006**	0.4227NS	26.66	

Medias con una letra en común no presentan diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ). Letras minúsculas representan diferencias horizontalmente y mayúsculas verticalmente.

**Pureza (%).** El cultivar MEX 79-431, presentó el menor porcentaje de pureza (81.80) en comparación con los cultivares MEX 69-290 (85.25%) y CP 72-2086 (84.41%), entre los cuales no hubo diferencia estadísticamente significativa, siendo estos valores, inferiores a 87.45 a 88.45% encontrados por Clemente *et al.* (2018). En cuanto a las fechas de muestreo, entre 330 y 390 DDS, no se apreció diferencia estadística significativa, pero sí para el muestreo realizado 450 DDS, donde se observó el mayor porcentaje de pureza. Los valores observados para pureza oscilaron entre 82.01 y 86.44% en

las fechas de muestreo, los cuales son ligeramente inferiores a 85.5 a 87.5 % observados por Xiao *et al.* (2017) en Guangxi, China.

**Fibra (%).** Los valores registrados para los cultivares fueron entre 11.99 y 12.48%, los cuales se aprecian inferiores a 13.2 a 13.5 reportados por Clemente *et al.* (2018). En cuanto a la fecha de muestreo, el porcentaje más alto de fibra (12.53) se observó en el muestreo realizado a los 450 DDS, aunque este no fue estadísticamente diferente al realizado a los 390 DDS (12.30%), mientras que el valor más bajo (11.83%), se observó en el muestreo a los 330 DDS, siendo estos valores, menores a 13.08 a 14.0%, descritos por Salgado *et al.* (2017) para 10 cultivares de caña de azúcar suministradas con 0, 120 y 180 kg N ha<sup>-1</sup>.

**Humedad (%).** El porcentaje de humedad fue muy similar entre los cultivares, con valores de 77.29 a 77.93%, los cuales son mayores a los reportados por Salgado-García *et al.* (2014), quienes reportaron un porcentaje de humedad de 69.79 y 70.14 para los cultivares CP 72-2086 y MEX 69-290, respectivamente.

**Azúcares reductores (%).** No se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los cultivares para la variable azúcares reductores (%). Con respecto a la fecha de muestreo, se observa que los azúcares reductores disminuyeron conforme se acercaba la cosecha, siendo que a los 390 y 450 DDS, se registró el menor porcentaje de azúcares reductores (0.58 y 0.52% respectivamente), en las plantaciones evaluadas en este trabajo, mientras que a los 330 DDS se observó el valor más alto (0.72%) para esta variable

## Conclusiones

La calidad industrial de los cultivares evaluados solo difirió estadísticamente en cuanto al porcentaje de pureza, siendo MEX 79-431 el cultivar que presentó el valor más bajo para esta variable (81.80) en comparación con MEX 69-290 (85.25) y CP 72-2086 (84.41), entre los cuales no se observó diferencia estadísticamente significativa. En el muestreo realizado a los 450 DDS, se observó el valor más alto para °Brix (17.28), porcentaje de POL (14.92) y pureza (86.44). Para el porcentaje de fibra, humedad y azúcares reductores no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los muestreos realizados a los 390 y 450 DDS.

## Literatura citada

- Batta S.; K., Kaur, S.; Mann, A. P. S. 2002. Sucrose accumulation and maturity behaviour in sugarcane is related to invertase activities under subtropical conditions. *International Sugarcane Journal*, 104: 10-13.
- Clemente, A. P.R.; Da Silva, G. V.S.; Ferreira, M. V.; Silva, V. J.; Barbosa, D.S. G.V.; Endres, L. 2018. Nutritional status and technological quality of sugarcane due to increasing gypsum doses. *Australian Journal of Crop Science*, 12(09): 1504-1511. DOI: 10.21475/ajcs.18.12.09. PNE1256.
- Da Silva, G. V. S.; De Oliveira, M. W.; Etienne De R., S. S.C.; De Oliveira, D. C.; Da Silva, C. T.; Dos Santos R. R. M. 2013. Qualidade industrial de quatro variedades de cana-de-açúcar em três anos agrícolas. In: XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.
- Salgado-García, S.; Castelán-Estrada, M.; Aranda-Ibañez, E. M.; Ortiz-García, C.F.; Ortiz-Laurel, H.; Lagunes-Espinoza, L.C.; Mendoza-Hernández, J.H.R.; Córdova-Sánchez, S. 2014. Validación de dosis generadas por el sistema de fertilización SIRDIF para caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). *Agroproductividad*, 7(2): 47-54.
- Salgado Garcia, S.; Izquierdo Hernández, J.; Lagunes Espinoza, LDC.; Palma-López, D.J.; Córdoba Sánchez, S.; Ortiz Laurel, H.; Castelán Estrada, M. 2017. Consumo de nitrógeno por cultivares de caña de azúcar en Tabasco, México. *Rev. FCA UNCUYO* 49(1):45-59.
- Xiao, Z.; Liao, X.; Guo, S. 2017. Analysis of Sugarcane Juice Quality Indexes. *Journal of Food Quality*. 2017:1-6. <https://doi.org/10.1155/2017/1746982>.

## EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NPK SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN FRUTOS DE PIÑA CABEZONA

Proyecto en Matriz de Investigación: 566

Pérez-Romero, J<sup>1</sup>; Salgado-García, S<sup>1</sup>; Córdova-Sánchez, S<sup>2</sup>, Lagunés-Espinoza, L.C.<sup>1</sup>; Ortiz-García, C.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Posgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCAÑA. Km. 3.5 Periferico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México.

<sup>2</sup>Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Academico de Quimica Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). Carretera cárdenas Huimanguillo, 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500.

Correo-e: [perez.juventino@colpos.mx](mailto:perez.juventino@colpos.mx)

**Palabras clave:** °brix, pH, % ácido cítrico, ácido ascórbico, polifenoles y flavonoides totales.

### Introducción

El cultivo de piña (*Ananas comosus*) es el tercer más importante en las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Rohrbach *et al.*, 2003). En el año 2018, México ocupaba el noveno lugar entre los 15 principales productores de piña a nivel mundial, con una producción en la última década de 999,593 mil toneladas (FAOSTAT, 2020). La piña es una fuente importante de azúcares, ácidos orgánicos y algunos minerales esenciales para la nutrición humana (Paull y Chen, 2003). Además de ser rica en antioxidantes naturales que promueven la salud, tales como ácido ascórbico y compuestos fenólicos (Hossain *et al.*, 2011; Lu *et al.*, 2014). El ácido ascórbico tiene una alta biodisponibilidad, y puede inhibir el desarrollo de enfermedades cardio-vasculares y ciertos tipos de cánceres al proteger membranas y lipoproteínas del daño oxidativo (Gardner *et al.*, 2000; Ferreira *et al.*, 2016). Los compuestos fenólicos son responsables del amargor, astringencia, sabor, color y estabilidad oxidativa de frutas y verduras, estos han mostrado un efecto de protección a la salud al eliminar radicales libres e inhibir enzimas hidrolíticas y oxidativas y funciones anti-inflamatorias en células humanas (Naczki y Shahidi, 2004). La piña Cabezona es producida y comercializada en la región de La Chontalpa, Tabasco, Sin embargo, no existen informes científicos sobre sus propiedades químicas y contenidos de compuestos bioactivos presentes en el fruto.

### Materiales y Métodos

El experimento se estableció en el municipio de Huimanguillo, Tabasco (17°40" LN y 93°38" LO a 17 msnm). El material vegetal utilizado "Clavos" del cultivar Cabezona con peso promedio de 370 g.

**Tratamientos y diseño experimental:** Los niveles de NPK evaluados fueron N (Urea): 120, 160, 200 y 240 kg ha<sup>-1</sup>, P (DAP): 70, 110, 150, y 190 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K (KCl): 150, 200, 250 y 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Los tratamientos se generaron con La Matriz Plan Puebla 1 (Turrent, 1985) y fueron evaluados en un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones.

**Variabes de estudio:** Las propiedades químicas evaluadas a los frutos obtenidas fueron; pH, °Brix y acidez titulable. Los compuestos bioactivos determinados fueron; ácido ascórbico, polifenoles y flavonoides totales. La medición del pH se realizó directamente al jugo, los °Brix se determinaron siguiendo la NMX-FF-015-1982, la acidez titulable se determinó siguiendo la NMX-FF-011-1982, la concentración de ácido ascórbico se determinó con un kit para determinar ácido ascórbico de la marca SIGMA-ALDRICH®, la concentración de polifenoles totales siguiendo el método descrito por

De la Cruz *et al.* (2018) con algunas modificaciones, la concentración de flavonoides totales se determinó siguiendo la metodología descrita por Hossain *et al.* (2001) con algunas modificaciones. **Análisis estadístico.** Para todas las variables se realizaron ANOVA del DBCA, comprobación de supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas y prueba de medias Tukey con el paquete estadístico Rstudio version 3.5.1.

## Resultados y Discusión

### Propiedades químicas

**pH.** El pH osciló entre 3.4 y 3.5, no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. Este valor es similar a lo reportado por Lu *et al.* (2014), Da Silva *et al.* (2014) y Morales *et al.* (2001). El pH no se vio afectado por la fertilización NPK, el valor más alto se obtiene a los 200, 190 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK respectivamente.

**°Brix.** Todos los tratamientos produjeron el mismo efecto, el valor medio fue 7.3 °Brix. Este valor está por debajo con lo que reportan otros autores como Ulloa *et al.* (2015) o Da Silva *et al.* (2014). Una posible causa de los valores bajos encontrados en piña Cabezona podría ser el grado de madures de ¼ al que fueron determinados, ya que estos aumentan a medida que madura el fruto (Rosas *et al.*, 2011). Los mayores °brix se observaron a 200 kg ha<sup>-1</sup> de N, también se observó una respuesta negativa a la aplicación de P, ya que los °brix disminuyen a medida que se incrementan las dosis. Opuesto a lo que pasa con el K ya que los °brix aumentan a medida que se incrementan las dosis.

**% Ácido cítrico.** No se encontró diferencia estadística entre tratamientos de fertilización ( $p=0.18$ ), el valor medio fue 7.3%. Este valor es similar a lo que reporta Lu *et al.* (2014) y Rosas *et al.* (2011). No obstante, este valor podría incrementar tal como pasa en piña esmeralda donde la concentración de ácido cítrico aumenta a medida que madura el fruto (Rosas *et al.*, 2011), opuesto a lo que pasa en otros frutos tropicales como son; mango, maracuyá y papaya (Torres *et al.*, 2013). La concentración de ácido cítrico no mostro una respuesta clara a la aplicación de N. Opuesto a los que pasa con el P, ya que aumenta al incrementar las dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, obteniendo la máxima a 150 kg ha<sup>-1</sup>. Dicha concentración también se vio afectado por altas dosis de K, mostrando mayor concentración a medida que se pasó de 200 a 300 kg ha<sup>-1</sup>.

### Compuestos bioactivos

**Concentración de ácido ascórbico.** Las menores concentraciones se obtuvieron en los tratamientos T13 y T15 (6.2 y 10.5 mg/100Gff) y las mayores en los tratamientos T3, T6, T8 y T10 (19.4, 19.4, 16, 15.1 mg/100Gff). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Samson, (1991), Ferreira *et al.* (2016). Morales *et al.* (2001) y Rosas *et al.* (2011) observaron que, en la piña de la India y Esmeralda, el contenido de ácido ascórbico aumentó a medida que maduraba el fruto. Este efecto podría explicar la poca similitud en concentración reportada que existe entre autores. La concentración de ácido ascórbico no muestra una respuesta clara al aumentar las dosis de N o K, sin embargo, aumenta a medida que se incrementan las dosis de P, al cansando la máxima a 150 kg ha<sup>-1</sup>.

**Polifenoles totales.** No se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos de fertilización. El valor medio fue de 41.34 mg/100gff, este valor es más similar a lo reportado por Lu *et al.* (2014), Rosas *et al.* (2011) y Ferreira *et al.* (2016). La concentración máxima de polifenoles se observó a los 200 kg ha<sup>-1</sup> de N. Una mejor respuesta se observó a dosis crecientes de P, donde la concentración de polifenoles aumenta a medida que se incrementan las dosis, alcanzado la máxima concentración a 150 kg ha<sup>-1</sup> de P. Con respecto al K se observó una respuesta pobre, con 250 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O se obtiene la mayor concentración.

**Flavonoides totales.** No se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. La concentración osciló entre 1.2 y 1.9 mg/100gFF, la media fue de 1.6. Dichas concentraciones de difieren en gran medida con los reportados por Lu *et al.* (2014) y Hossain *et al.* (2001). El efecto de

las dosis de N sobre la concentración de flavonoides no es claro, las concentraciones obtenidas con bajas dosis de fertilización son superiores a las que se obtienen con altas dosis de fertilización. La respuesta en concentración de flavonoides a dosis crecientes de P y K son similares, con bajas dosis de fertilización.

## Conclusiones

La fertilización NPK no tuvo efecto sobre el pH y °Brix, ácido ascórbico y flavonoides totales. El % de ácido cítrico y polifenoles totales no se ve afectada por la aplicación de N y K, sin embargo, aumenta a medida que se incrementa las dosis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## Literatura citada

- Da Silva, B. S.; De Jesus, F. S.; Cesar, D. S. P.; Goncalves, O. J.; Santos, C. L. C. 2014. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo in natura. *Rev. Bras. Frutic.*, 36(2): 503-508. Doi:10.1590/0100-2945-100/13
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations (n.d.). consultado el 12 de mayo de 2020 de <http://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Ferreira, E. A.; Siqueira, H. E.; Villasboas, E. V.; Hermes, V. S.; Rios, A. D. O. 2016. Bioactive compounds and antioxidant activity of pineapple fruit of different cultivars. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, 38 (3): e-146. Doi:10.1590/0100-29452016146
- Gardner, P. T.; White, T. A. C.; McPhail, D. B.; Duthie, G. G. 2000. The relative contribution of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*, 68: 471-474. Doi: 10.1016/S0308-8146(99)00225-3
- Hossain, A. M.; Rahman, M. S. M. 2011. Total, phenolics, flavonoids and antioxidant activity of tropical fruit pineapple. *Food Research International*, 44: 672-676. Doi:10.1016/j.foodres.2010.11.036
- Lu, X. H.; Sun, D. Q.; Wu, Q. S.; Liu, S. H.; Sun, G. M. 2014. Physico-Chemical Properties, Antioxidant Activity and Mineral Contents of Pineapple Genotypes Grown in China. *Rev. Molecules* 19: 8518-8532. Doi:10.3390/molecules19068518
- Morales, M.; Hernández, M. S.; Cabezas, M.; Barrera, J., Martínez, O. 2001. Caracterización de la maduración del fruto de piña nativa (*Ananas comosus* L. Merrill) CV. India. *Agronomía Colombiana*. 18 (1-2): 7-13.
- Naczki, M.; Shahidi, F. 2004. Extractions and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, Amsterdam, 1054(1/2). 95-111. DOI: 10.3390/molecules18022328.
- Paull, R.E.; Chen, C.C. Postharvest physiology, handling and storage of pineapple. In *The Pineapple: Botany, Production and Uses*; Bartholomew, D.P., Paull, R.E., Rohrbach, K.G., Eds.; CABI Publishing: New York, NY, USA, 2003; pp. 253-279. Doi: 10.1079/9780851995038.0000
- Rebolledo, M. A.; Uriza, D. E.; Del Ángel, P. A. L.; Rebolledo, L.; Zetina, L. R. 2011. La piña y su cultivo en México: Cayena Lisa y MD2. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Papaloapan, Medellín de Bravo, Ver. (27): 20-120.
- Rosas, D. C.; González, A. G. A.; Ayala, Z. J. F.; Mendoza, W. A. M.; Ruiz, C. S. 2011. Contenido de compuestos bioactivos y su contribución a la capacidad antioxidante durante la maduración de piña cv. "Esmeralda". Tesis de Maestría en Ciencias Alimentarias. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Sonora: 42-50.
- Rohrbach, K.G.; Leal, F.; d'Eeckenbrugge, G.C. History, distribution and world production. In *The Pineapple: Botany, Production and Uses*, 1st ed.; Bartholomew, D.P., Paull, R.E., Rohrbach, K.G., Eds.; CABI Publishing: New York, NY, USA, 2003; pp. 1-12. Doi: 10.1079/9780851995038.0000
- Torres, R. E.; Montes, J.; Omar, P. A.; Ricardo, D. A. 2013. Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Físicoquímicas de Frutas Tropicales. *Tecnol.* 24 (3): 51-56. Doi: 10.4067/S0718-07642013000300007
- Ulloa, L.; Vinicio, S. M.; Castro, J. 2015. Efecto del almacenamiento a diferentes temperaturas sobre el desarrollo de color externo y la calidad de frutos de piña cv. Dorada extra dulce. *Agronomía Costarricense* 39(3): 9-20.
- Uriza, D. E.; Torres, A. A.; Aguilar, A. J.; Santoyo, V. H.; Zetina, L. R.; Rebolledo, A. A. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación. Colección Trópico Húmedo. Chapingo, Estado de México. México: UACH.

## EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE CRECIMIENTO EN PIÑA CABEZONA EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN NPK

Proyecto en Matriz de Investigación: 566

Pérez-Romero, J<sup>1</sup>; Salgado-García, S<sup>1</sup>; Córdova-Sánchez, S<sup>2</sup>; Lagunes-Espinoza, L.C.<sup>1</sup>; Ortiz-García, C.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Posgraduados-Campus Tabasco, Grupo MASCAÑA. Km. 3.5 Periferico Carlos A. Molina S/N. H. Cárdenas, Tabasco. CP 86500. México.

<sup>2</sup>Universidad Popular de la Chontalpa. Cuerpo Academico de Quimica Verde y Desarrollo Sostenible (CA-QVyDS). Carretera cárdenas Huimanguillo, 2.0 Cárdenas, Tabasco, México. CP. 86500.

Correo-e: [perez.juventino@colpos.mx](mailto:perez.juventino@colpos.mx)

**Palabras clave:** acumulación de materia seca, IAF, NDVI, rendimiento.

### Introducción

La piña cabezona es producida y consumida a nivel estatal (Salgado *et al.*, 2010), presenta rendimientos bajos y la fertilización que se realiza es de acuerdo a las recomendadas para otras variedades, ya que hay carencia de estudios sobre su comportamiento agronómico, pues la mayoría de las investigaciones tanto a nivel nacional como internacional están dirigidas hacia Cayena lisa o MD2. En la sabana de Huimanguillo donde están principalmente los cultivos de piña en el estado de Tabasco, los suelos son ácidos, de baja fertilidad, con alta fijación de fósforo, deficiencias de boro, calcio, magnesio, potasio y Zinc, además de presentar un porcentaje alto de saturación de aluminio (Zavala *et al.*, 2014; Salgado *et al.*, 2017a). Ocho dosis de fertilización para piña criolla, Cayena y MD2 se han generado para las regiones que comprenden Estación Chontalpa, Francisco Rueda y Nueva Esperanza en la sabana de Huimanguillo, donde los factores limitantes de esos suelos fueron la acidez, el exceso de humedad y deficiencia de P, K, Ca, Mg, Cu, Zn y Mn (Salgado *et al.*, 2017b). Para continuar el estudio sobre comportamiento agronómico de la piña Cabezona en las condiciones de la sabana de Huimanguillo se plantea este trabajo.

### Materiales y Métodos

El experimento fue ubicado en el Ejido Pedregal Moctezuma Primera Sección del municipio de Huimanguillo, Tabasco a 17°40" LN y 93°38" LO.

**Tratamientos y diseño experimental:** Se utilizó un diseño de bloques completo al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos de NPK evaluados fueron: T1(160-110-200), T2(160-110-250), T3(160-150-200), T4(160-150-250), T5(200-110-250), T6(200-110-250), T7(200-150-250), T8(200-150-250), T9(120-110-200), T10(240-150-250), T11(160-70-200), T12(200-190-250), T13(160-110-150), y T14(200-150-300).

**Variables de estudio:** La medición de las variables inició a los 143 días de establecido el cultivo y posteriormente se tomaron a los 211, 274, 361, 422 y 484 días. En los tratamientos de fertilización 5, 8, 10, 12, 14 y 15 se midió acumulación de biomasa, NDVI e índice de área foliar (IAF). El rendimiento se determinó al final del ciclo en todos los tratamientos de fertilización.

**Análisis estadístico.** Para todas las variables se realizó un ANOVA del DBCA, comprobación de supuestos y pruebas de media Tukey a una significancia de 0.05 con ayuda del paquete estadístico Rstudio versión 3.5.1. 4. (Gentleman y Ihaka, 1993).

## Resultados y Discusión

Acumulación de biomasa. A los 143, 211 y 361 días del crecimiento del cultivo de piña Cabezona no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de fertilización. A los 274 días la diferencia entre los efectos de los tratamientos fue altamente significativa, siendo T8 y T14 los que acumularon mayor cantidad de biomasa seca (180 y 206.3 g día<sup>-1</sup> respectivamente), estos contenían las dosis más altas de potasio (300 y 250 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). A los 422 días de crecimiento se observó diferencia estadística significativa entre tratamientos, siendo nuevamente los tratamientos con las dosis más altas de potasio los que acumularon mayor cantidad de biomasa, corroborando la respuesta del cultivo de piña a este elemento deficiente en el suelo (Salgado *et al.*, 2017b). La piña Cabezona acumuló 389.3 g de materia seca al finalizar el ciclo del cultivo y se observó una buena correlación entre la materia seca y el rendimiento de fruta fresca obtenido.

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). No se encontraron diferencias significativas del NDVI con respecto a los tratamientos de fertilización y entre fechas de muestreo. Las medias de NDVI oscilaron entre 0.71 y 0.80 a través del crecimiento del cultivo de piña cabezona. El mayor valor de NDVI (0.82) se observó a los 211 días después de la siembra con el T10, es decir antes de la etapa de mayor acumulación de biomasa aérea, sin importar la dosis de fertilizante aplicada. El suelo suministró parcialmente el N, P y K que el cultivo requirió en el T15, quien no recibió fertilizante. Los valores que se obtuvieron en piña Cabezona fueron similares a los que encontró Balasundram *et al.* (2013) en piña MD2 los cuales oscilaron entre 0.65 a 0.85. Así mismo, estos autores tampoco reportaron correlación con la biomasa, tal como ocurrió en este trabajo.

Índice de área foliar (IAF). No se encontró diferencia estadística significativa del IAF entre tratamientos de fertilización a los 143, 211, 274 y 484 días de crecimiento del cultivo de piña Cabezona. A los 361 días hubo diferencia estadística entre tratamientos, sobresaliendo los T12, T14 y T15. A los 422 días se observó una reducción significativa del IAF en T14 y T15, etapa en que inicia el llenado del fruto, atribuido a una mayor movilidad de reservas de la hoja (Salgado *et al.*, 2010). Los tratamientos de fertilización siguieron la misma tendencia al incrementar drásticamente el IAF de los 361 a 484 días de crecimiento vegetal, los cuales corresponden al periodo de desarrollo del fruto. El máximo IAF observado de 6.22 a los 484 días puede deberse a la disminución del ángulo de inclinación de las hojas, provocado por la inflorescencia. Este incremento de IAF, también fue reportado por Rebolledo *et al.* (2005). No se encontró correlación entre IAF y NDVI ya que el NDVI tiende a disminuir a la etapa de desarrollo del fruto y el IAF a incrementarse.

Rendimiento. Se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos de fertilización. Si el cultivo de piña Cabezona no se fertiliza el rendimiento se reduce en 8 t ha<sup>-1</sup>. La prueba de Tukey establece dos grupos con diferencias significativas, donde el menor rendimiento se obtuvo en T15 y los mayores rendimientos en T6 y T8 con más de 55 t ha<sup>-1</sup>, lo que coincide con los rendimientos reportados para esta región (Salgado *et al.*, 2010). El tamaño de fruto de 2.09 kg se considera medio y es similar a lo reportado para los cultivares Perola, Gold, Jupi, Smooth Cayenne e imperial cultivadas en Brasil (Gusmao *et al.*, 2012), considerando que en la región los frutos grandes son de 5 kg. Una posible explicación a este bajo rendimiento puede ser la deficiencia de Ca, Mg y micronutrientes en el suelo, ya que, al suministrar estos nutrientes de forma creciente, aumenta el peso y diámetro del fruto de piña (Amorin *et al.*, 2011). No se encontró correlación entre el rendimiento y NDVI.

## Conclusiones

La piña Cabezona acumuló 389.3 g de materia seca durante su ciclo de crecimiento, en promedio 0.80±0.13 g día<sup>-1</sup>. Se observó una buena relación entre biomasa seca y rendimiento, ya que a mayor biomasa acumulada mayor es el rendimiento obtenido. El cultivo de piña Cabezona resultó

poco sensible al NDVI, no mostró relación con la biomasa acumulada, IAF o rendimiento. El IAF se incrementa drásticamente después del tratamiento de inducción floral, debido a la disminución del ángulo de inclinación de las hojas, provocado por la inflorescencia. Se recomienda utilizar la dosis de fertilización 200-110-250, ya que resulta más barata que la dosis 200-150-250, y permite obtener un rendimiento de 55.5 t ha<sup>-1</sup> de fruta fresca.

## Literatura citada

- Amorin, V.A.; Feitosa, De L.C.; Herbster, M.C.F.G.F.E. 2011. Fruit size and quality of pineapples cv. vitória in response to micronutrient doses and way of application and to soil covers. *Rev. Bras. Frutic.* 33(Esp. 1): 505-510.
- Balasundram, K. S.; Abu, K. F.; Vadamalai, G.; Mohd, H. A.H. 2013. Estimation of red tip disease severity in pineapple using a non-contact sensor approach. *Agricultural Sciences* 4(4): 206-208. DOI: 10.4236/as.2013.44029.
- Gentleman, R.; Ihaka, R. 1993. R Studio (Version 3.5.1.). Departamento de Estadística de la Universidad de Auckland.
- Gusmão, S.R.; Aguilár, R.A.; Silva, A.M.; De Oliveira, F.; Rodrigues, M. 2012. Abacaxi 'turiçu': cultivar tradicional nativa do maranhão. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, 34(4): 1270-1276.
- Salgado, G.S.; Palma, L.D.J.; Zavala, C.J.; Ortiz, G.C.F.; Lagunes, E.L.C.; Ortiz, C.A.I.; Córdova, S.S.; Salgado, V.S. 2017a. Los suelos ácidos de la sabana de Huimanguillo, Tabasco, México. *Agroproductividad* 10(12): 16-21.
- Salgado, G.S.; Palma, L.D.J.; Zavala, C.J.; Ortiz, G.C.F.; Lagunes, E.L.C.; Castelán, E.M.; Guerrero, P.A.; Ortiz, C.Á.I.; Córdova, S.S. 2017b. Integrated system for recommending fertilization rates in pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) crop. *Acta Agron.* 66(4): 566-573.
- Salgado, G.S.; Palma, L.D.J.; Zavala, C.J.; Ortiz, G.C.F.; Lagunes, E.L.C.; Castelán, E.M.; Guerrero, P.A.; Ortiz, C.A.I.; Córdova, S.S. 2010. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes (SIRDF): en la zona piñera de Huimanguillo, Tabasco. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 81 p.
- Zavala, C.J.; Salgado, S.G.; Marín, A.A.; Palma, L.D J.; Castelán, E.M.; Ramos, R.R. 2014. Transecto de suelos en terrazas con plantaciones de cítricos en Tabasco. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(2): 123-137.

## SUMINISTRO DOMÉSTICO DE ACEITE DE PALMA EN MÉXICO

Proyecto en Matriz de Investigación: 470

Vázquez-Navarrete, C.J.<sup>1</sup>, Feintrenie, L.<sup>2</sup>, y Rahman, S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>2</sup> CIRAD, Univ Montpellier, France

<sup>3</sup> Plymouth Business School, University of Plymouth, Plymouth, UK

Correo-e: [vcesar@colpos.mx](mailto:vcesar@colpos.mx)

**Palabras clave:** escenarios, balance alimentario, importaciones, exportaciones, producción

### Introducción

El aceite de palma (CPO) y el aceite de nuez de palma (PKO) son utilizados en una gran diversidad de industrias, desde la alimentaria, pasando por las industrias de jabones y detergentes, hasta la cosmética y farmacéutica. El perfil de contenido de sólidos del CPO y su excelente estabilidad oxidativa, los altos valores nutricionales y los precios competitivos, entre otras características, permiten al CPO ser uno de los aceites más utilizados por la industria manufacturera. Por tanto, los consumidores tienen contacto diariamente con una gran variedad de productos provenientes de estos dos insumos agrícolas, incluso, muchas veces de forma desapercibida debido a la gran cantidad de procesos de manufactura (Dian *et al.*, 2017; Mba *et al.*, 2015). Este sistema alimentario de aceite de palma se completa con los productores agrícolas y las industrias de extracción de CPO y PKO. Mientras las ventajas del cultivo de palma de aceite sobre otros cultivos oleaginosos son de gran relevancia (e.g. menor superficie por unidad de aceite producido y rentabilidad para el productor); las reservas y preocupaciones ambientales sobre la deforestación de bosques tropicales primarios sigue siendo la mayor limitante.

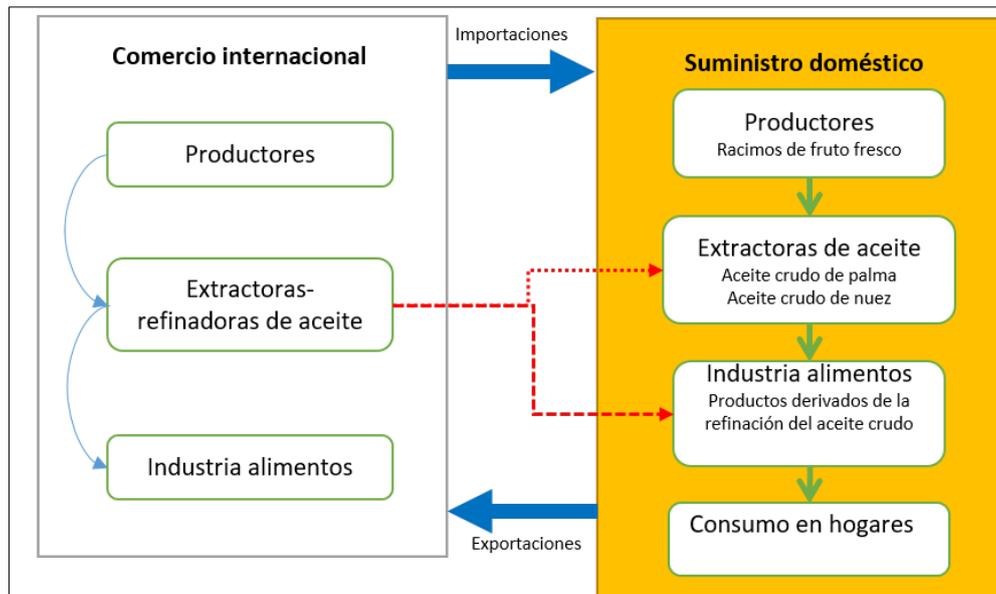
Bajo un contexto de economía de mercado, algunos países firmaron tratados en libre comercio con el propósito de estimular el desarrollo de sus ventajas comparativas y aprovechar las mismas para poder comercializar productos de manera exitosa en el mercado internacional y favorecer así el desarrollo de su economía local; otros sin embargo, han mantenido protegido ciertos sectores, mediante diferentes instrumentos (e.g. subsidios, protecciones no arancelarias, etc.), con el fin de transitar de manera controlada hacia este nuevo entorno. Estas decisiones de política pública influyen en las relaciones de los sistemas alimentarios, incluidos los agropecuarios y forestales y en particular el de CPO (Beckman y Zahniser, 2018; Gan y Li, 2014). En el caso de México, el libre mercado facilitó a la industria manufacturera la importación del CPO, sin mayores restricciones (SAGARPA, 2017).

La seguridad alimentaria en un contexto de cambio global se ha vuelto nuevamente una prioridad nacional, sin embargo, existen varias preguntas alrededor de este propósito, se cuenta con el potencial productivo, cuanto es necesario producir, cuales son las ventajas y desventajas de esta producción doméstica, entre otras. Este trabajo de investigación busca responder algunas de estas preguntas asociadas al suministro doméstico del consumo de aceite de palma y delinear los potenciales beneficios y disyuntivas. El objetivo de este trabajo fue identificar las principales fuentes de suministro de aceite de palma.

### Métodos

La determinación de las fuentes de suministro doméstico del aceite de palma en México se basó en el concepto de suministro doméstico el cual está definido al menos por tres sistemas (Figura 1): (i)

los productores agrícolas, (ii) las extractoras de aceite y (iii) la industria de productos terminados (e.g. alimentos, farmacéutica u otros usos industriales).



**Figura 1.** Suministro doméstico del aceite de palma en México

El suministro doméstico de aceite de palma ( $Q_{DS}$ ) se obtiene de la suma de la producción doméstica ( $Q_p$ ) más las importaciones ( $Q_i$ ) menos las exportaciones ( $Q_e$ ) más el saldo de los inventarios ( $\Delta Q_s$ ) del  $q$ -ésimo producto estandarizado según corresponda (Ecuación 1) (FAO, 2017).

$$Q_{DS} = Q_p + Q_i - Q_e + \Delta Q_s \dots \text{Ecuación 1}$$

Para la estimación del suministro doméstico de aceite de palma fueron seleccionado tres productos estandarizados: racimo de fruta fresca (RFF), CPO y PKO y dos sistemas de información estadística. Las variables asociadas a las cantidades y valor de los productos de CPO y PKO se obtuvieron del sistema de información estadístico del Comercio Internacional de las Naciones Unidas – COMTRADE, haciendo uso del sistema de clasificación industrial –HarmonizedSystem12. Las variables de volumen y valor de la producción del RFF se obtuvieron de las estadísticas de cultivos del Sistema de Información Agropecuaria –SIAP. Los factores de conversión utilizados para transformar la cantidad de CPO y PKO en cantidad de RFF de palma de aceite fueron obtenidos de la consulta de informes técnicos y literatura científica. Adicionalmente, también se emplearon otros SIE para obtener otras variables asociadas a la estimación del suministro doméstico, tales como población, tipo de cambio, tasa de descuento, entre otros.

## Resultados y Discusión

El suministro doméstico de aceite de palma en México comprende tres componentes anuales: producción nacional, importaciones y exportaciones, utilizando dos productos genéricos, CPO y PKO. El suministro doméstico se ha incrementado entre 2008 y 2017, pasando 755 mil Mg de aceite de palma a un poco más de 1.2 millones de Mg durante este periodo. Mientras en 2008, la producción nacional aportaba menos del 10% de este consumo nacional, en 2017 se incrementó a casi 15% de suministro doméstico. Durante este periodo, las importaciones han suministrado en promedio cerca del 89% del consumo nacional de aceite de palma. El consumo anual per cápita también se ha incrementado; en 2008 se consumía 6.85 kg y en 2017 alcanzó 9.69 kg por persona. Las

exportaciones de aceite de palma son exiguas comparadas con las importaciones, durante el periodo representaron en promedio cerca de 3.5 mil Mg, en 2015 tuvieron su valor máximo con 8 235 Mg.

Las importaciones son la principal fuente de suministro de aceite de palma en México, 8.5 de cada 9.6 kg que consume un mexicano proviene del extranjero. Sin embargo, los proveedores han cambiado durante este periodo de evaluación. Por ejemplo, en 1994, Estados Unidos fue nuestro principal proveedor de aceite palma. En la Figura 2 se observa que mientras en 2008, Costa Rica (33%), Guatemala (28%) y Honduras (26%) suministraron el 88% del total de las importaciones; en 2017, Guatemala (38%) junto con Costa Rica (28%) y Colombia (19%) aportaron poco más del 85% de nuestras importaciones de aceite de palma. Durante este periodo se observa que ciertos países llegaron a posicionarse fuertemente, como es el caso de Colombia (1.3% 2008), en otros casos se han tenido retrocesos como es el caso de la misma Costa Rica, Honduras y Ecuador. Es importante señalar que algunos países están emergiendo como nuevos proveedores en 2017, por ejemplo, Brasil (1.1%), Nicaragua (5%) y Perú (2.6%).

Este trabajo presenta la metodología para estimar el suministro doméstico de aceite de palma mediante el uso de las estadísticas administrativas disponibles para México y los parámetros técnico-económicos pueden ser actualizados según la información científica y tecnológica sea desarrollada.

## Conclusiones

El suministro doméstico es un marco de referencia útil para la integración de datos estadísticos administrativos. DS permiten que un sistema alimentario sea representado en un formato que permite a los integrantes de los sectores, tener en cuenta explícitamente la interacción, y usar diferentes tipos de información a un nivel apropiado para explorar escenarios. En esta primera parte del estudio se identificaron los datos estadísticos clave, su disponibilidad y el nivel de preparación para ser utilizados en el desarrollo del modelo del sistema alimentario de aceite de palma. Los datos fueron sistematizados en una matriz de datos que conceptualmente representa el sistema alimentario de aceite de palma y se transformó esta matriz de datos mediante el enfoque de suministro doméstico para revisar la dinámica de las principales fuentes de suministro en su conjunto o en diferentes niveles de agregación entre fuentes. El suministro doméstico tiene el potencial de apoyar a sus integrantes en la toma de decisiones con respecto a la priorización de las acciones de intercambio (e.g. financiamiento de R&D, fomento del sector primario, entre otros) y la identificación de vacíos que las decisiones públicas generan al implementarse (e.g. libre comercio, *Laissez-faire*).

## Literatura citada

- Dian, N.; Abd Hamid R.; Kanagaratnam S.; Isa W.R.A.; Hassim N.A.M.; Ismail, N.H.; *et al.* 2017. Palm oil and palm kernel oil: versatile ingredients for food applications. *J Oil Palm Res.* 29(4):487-511. doi: 10.21894/jopr.2017.00014. PubMed PMID: WOS:000445396200005.
- Mba, O.I.; Dumont, M.J.; Ngadi, M. 2015. Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry - A review. *Food Biosci.* 10:26-41. doi: 10.1016/j.thio.2015.01.003. PubMed PMID: WOS:000367989400004.
- Beckman, J.; Zahniser, S. 2018. The effects on intraregional agricultural trade of ending NAFTA's market access provisions. *Canadian Journal of Agricultural Economics-Revue Canadienne D Agroéconomie* 66(4):599-612. doi: 10.1111/cjag.12188. PubMed PMID: WOS:000450371600006.
- Gan, P.Y.; Li, Z.D. 2014. Econometric study on Malaysia's palm oil position in the world market to 2035. *Renew Sust Energ Rev.* 39:740-7. doi: 10.1016/j.rser.2014.07.059. PubMed PMID: WOS:000342530000053.
- SAGARPA. 2017. Palma de aceite mexicana. CDMX: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). p. 16.
- FAO. 2017. Guidelines for the compilation of Food Balance Sheets. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. p. 128.



# ÁREA DEL CONOCIMIENTO: **AGRICULTURA**

---

## COMPARACIÓN DE MEDIAS DE DOS POBLACIONES NORMALES ASIMÉTRICAS

Proyecto en Matriz de Investigación: 589

Acosta-Pech, R.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.  
Correo-e: [acosta.rocio@colpos.mx](mailto:acosta.rocio@colpos.mx)

**Palabras clave:** Prueba de hipótesis, Normal-Asimétrica, Máxima-Verosimilitud

### Introducción

Uno de los problemas clásicos en el área de estadística aplicada es el de comparar las medias de dos poblaciones normales con base en la información contenida de dos muestras normales e independientes. Diversos estudios han proporcionado evidencia de que, en muchas aplicaciones, las muestras en las cuales se basan los análisis estadísticos no tienen una distribución normal. Existe una vasta literatura estadística sobre distribuciones sesgadas, Azzalini (1986) propuso la distribución normal asimétrica como una extensión de la distribución normal, esta distribución incluye un tercer parámetro que regula la asimetría de tal modo que generaliza la distribución normal y permite captar niveles moderados de asimetría en las observaciones, los cuales pueden surgir por los mecanismos de toma de datos, procesos de selección, entre otras causas. En este trabajo se propone el uso de la prueba de razón de verosimilitudes generalizada para probar la hipótesis de igualdad de dos medias de dos poblaciones normal asimétricas con parámetros de escala y forma comunes.

### Materiales y Métodos

La distribución Normal-asimétrica, introducida por Azzalini (1985), permite modelar conjuntos de datos que presentan cierta evidencia de asimetría a través de su función de distribución de probabilidad. Esta distribución incluye a la distribución normal como un caso particular. Su función de densidad está dada por:

$$f(u|\lambda) = 2\phi(u)\Phi(\lambda u),$$

Donde  $\phi(\cdot)$  y  $\Phi(\cdot)$  denotan las funciones de densidad y distribución de una variable normal estándar  $N(0,1)$ . El parámetro  $\lambda \in (-\infty, \infty)$  es el que regula la asimetría y cuando  $\lambda = 0$ , la expresión anterior se transforma en la función de densidad de una variable aleatoria Normal.

Si se considera una transformación lineal de  $U$ ,  $Y = \xi + \omega U$ , se obtiene una distribución Normal-Asimétrica para  $Y$ , con parámetros  $(\xi, \omega, \lambda)$  y se denota como  $Y \sim SN_D(\xi, \omega, \lambda)$  donde D representa la parametrización directa de la SN. La función de densidad de  $Y$  está dada por:

$$f(y|\xi, \omega, \lambda) = 2 \frac{1}{\omega} \phi\left(\frac{y-\xi}{\omega}\right) \Phi\left[\lambda \left(\frac{y-\xi}{\omega}\right)\right].$$

El problema es estimar los parámetros.

Azzalini y Capitanio (1999) proponen la siguiente reparametrización de la función de densidad para

resolver este problema. Consiste en reparametrizar de  $(\xi, \omega, \lambda)$  a  $(\mu, \sigma^2, \gamma)$ .

Si  $U \sim SN(\lambda)$  y  $\lambda = \rho$  entonces

$$E(U) = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\rho \text{ y } Var(U) = 1 - \frac{2}{\pi}\rho^2,$$

se puede observar que  $\rho = \frac{\lambda}{\sqrt{1+\lambda^2}}$  y en algunos trabajos (Azzalini 1985, Liseo y Loperfido, 2006) esta parametrización es llamada la parametrización  $\delta = \lambda$ . Si

$$Y = \xi + \omega U = \mu + \sigma Z_0, \text{ donde } Z_0 = \frac{U - E(U)}{\sqrt{Var(U)}}$$

Entonces  $Y \sim SN(\mu, \sigma, \gamma)$ , donde  $C$  representa la parametrización centrada de la SN.

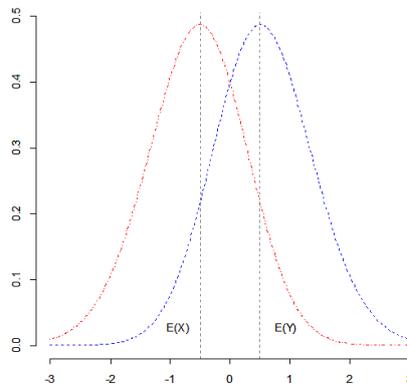
El propósito principal al utilizar la parametrización centrada de una variable Normal-Asimétrica, es que permite resolver el problema de singularidad de la matriz de información y la forma de la verosimilitud es generalmente más simple (Azzalini y Capitanio, 1999).

### Prueba de Hipótesis

Sean  $X_1, X_2, \dots, X_n$  una muestra aleatoria de  $SN_D(\xi_1, \omega, \lambda)$  y  $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$  una muestra aleatoria de  $SN_D(\xi_2, \omega, \lambda)$  además independientes. Se desea probar el juego de hipótesis:

$$H_0: \xi_1 = \xi_2, \omega > 0, \lambda \in \mathbb{R} \quad v.s. \quad H_1: \xi_1 \neq \xi_2, \omega > 0, \lambda \in \mathbb{R}$$

El juego de hipótesis planteado equivale a preguntar, si las medias de las dos poblaciones son iguales o diferentes y gráficamente se observa en la Figura 1.



**Figura 1.** Comparación de medias de dos poblaciones normales asimétricas con parámetros de escala y forma comunes pero desconocidos.

Bajo el supuesto de la parametrización centrada, la hipótesis de interés se expresa de la siguiente forma

$$H_0: \mu_1 = \mu_2, \quad \sigma > 0, \gamma \in \mathbb{R} \quad v.s. \quad H_1: \mu_1 \neq \mu_2, \quad \sigma > 0, \gamma \in \mathbb{R}$$

Cuando se realiza una prueba de hipótesis se pueden cometer uno de los errores siguientes:

Error tipo I: se rechaza  $H_0$  cuando  $H_0$  es verdadera

Error tipo II: No se rechaza  $H_0$  cuando es  $H_0$  falsa.

Prueba de razón de verosimilitud generalizada.

Sea  $X_1, X_2, \dots, X_n$  y  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  muestras aleatorias cuya función de distribución es  $f_X(x; \theta)$ ,  $\theta \in \Theta$  y  $f_Y(y; \theta)$ ,  $\theta \in \Theta$ . La función de verosimilitud se define como

$$L(\theta; x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_n) = \prod_{i=1}^n f_{X_i}(x_i; \theta) \prod_{j=1}^n f_{Y_j}(y_j; \theta)$$

Sea  $\Theta$  el espacio paramétrico, se define la prueba de razón de verosimilitud generalizada denotada con  $\lambda$  como

$$\lambda_n(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{\sup_{\theta \in \Theta_0} L(\theta; \mathbf{x}, \mathbf{y})}{\sup_{\theta \in \Theta} L(\theta; \mathbf{x}, \mathbf{y})}$$

Y es la estadística empleada para probar

$$H_0: \xi_1 = \xi_2, \omega > 0, \gamma \in \mathbb{R} \quad v. s. \quad H_1: \xi_1 \neq \xi_2, \omega > 0, \gamma \in \mathbb{R}$$

Bajo ciertas condiciones de regularidad y con  $n \rightarrow \infty$ ,  $-2 \log \lambda_n(\mathbf{X}) \xrightarrow{d} \chi_v^2$  se rechaza  $H_0$  al nivel de significancia  $\alpha$  si y solo si  $-2 \log \lambda_n(\mathbf{X}) \geq \chi_{v, 1-\alpha}^2$ . El espacio de parámetros es

$$\Theta_0 = \{\theta = (\xi, \omega, \gamma)' \in \mathbb{R}^3: \xi, \gamma \in \mathbb{R}, \omega > 0\}$$
$$\Theta = \{\theta = (\xi_1, \xi_2, \omega, \gamma)' \in \mathbb{R}^4: \xi_1, \xi_2, \gamma \in \mathbb{R}, \omega > 0\}$$

## Resultados y Discusión

Se están analizando los resultados.

## Literatura citada

Ayman, B. 2007. Inference about the mean difference of two non-normal populations based on independent samples: a comparative study, *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 77:7, 613-624, DOI: 10.1080/10629360600569501.

Azzalini, A. 1985. A class of distributions which includes the normal ones. *Scandinavian journal of statistics*, 171-178.

Azzalini, A. 2015. Skew-Normal Family of Distributions. DOI: 10.1002/9781118445112.

Mood, A. Mc.; Graybill, F.A.; Boes, D.C. 1974. Introduction to the theory of statistics. New York : McGraw-Hill

## POLIFENOLES Y TANINOS EN *Gliricidia sepium* Y SU EFECTO *IN VITRO* EN NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE OVINOS

Proyecto en Matriz de Investigación: 530

Pérez-Pérez, C., Hernández-Villegas M. M.<sup>2\*</sup>, Lagunes-Espinoza L. del C.<sup>1</sup>, Oliva-Hernández J.<sup>3</sup>, Aranda-Ibáñez E. M.<sup>1</sup> y Ramos-Juárez J. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>2</sup>División de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas-Huimanguillo Km 2 S/N, Ranchería Paso y Playa, 86597 Cárdenas, Tab.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias, Campus Experimental Huimanguillo, Km. 1 carretera Huimanguillo-Cárdenas. 86400 Huimanguillo, Tabasco.

Correo.e: [earanda@colpos.mx](mailto:earanda@colpos.mx)

**Palabras clave:** taninos, nematodos, ovinos, leguminosa

### Introducción

La producción de carne ovina en las regiones tropicales, se ve afectada por las cargas parasitarias, fundamentalmente de nematodos gastrointestinales (González-Garduño *et al.*, 2014). Los metabolitos secundarios, como los taninos, polifenoles de diversas plantas como el *Gliricidia sepium*, son alternativa para controlar estos parásitos (Corona-Palazuelos *et al.*, 2020). El objetivo de esta investigación fue evaluar su efecto antihelmíntico *in vitro* sobre la eclosión de huevos y desarrollo de larvas de nematodos gastrointestinales.

### Materiales y Métodos

Se realizaron análisis cualitativos y cuantitativos de polifenoles totales y taninos condensados en tres edades de rebrote de *Gliricidia sepium* (60, 90 y 120 días). Se observó que la edad de rebrote influye en la cantidad de polifenoles totales y taninos condensados ( $P < 0,05$ ), en donde a los 90 días, los valores encontrados fueron  $18,76 \pm 9,5$  g kg<sup>-1</sup> MS (Materia Seca) y  $10,68 \pm 6,8$  g kg<sup>-1</sup> MS, respectivamente. Con base en estos resultados, se prepararon extractos acetónicos (70:30 acetona/agua) y acuosos (100% agua destilada) de hojas de a los 90 días de rebrote. Se realizaron dos ensayos independientes por extracto: eclosión de huevos y desarrollo larval.

### Resultados y Discusión

En la prueba de eclosión de huevos, se detectó que ambos extractos inhibieron la eclosión a 1200 µg mL<sup>-1</sup> ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 1 y 2, Figura 1).

**Cuadro 1.** Influencia de la concentración del extracto acetónico de *Gliricidia sepium* sobre la inhibición de la eclosión de huevos de nematodos gastrointestinales de ovinos.

Tratamiento: Extracto acetona/agua (µg mL <sup>-1</sup> )	Inhibición de la eclosión de huevos (%)
2400	70,2b ± 13,1
1200	87,1a ± 1,0
600	41,3c ± 7,0
300	8,6d ± 3,6
Control positivo, Tiabendazole (10 µL)	75,3b ± 6,2
Control negativo, agua destilada	3,1e ± 1,0

Medias en la misma columna con literales diferentes indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).

**Cuadro 2.** Influencia de la concentración del extracto acuoso de *Gliricidia sepium* sobre la inhibición de la eclosión de huevos de nematodos gastrointestinales de ovinos.

Tratamiento: Extracto acuoso ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ )	Inhibición de la eclosión de huevos (%)
2400	89,2b $\pm$ 5,2
1200	99,3a $\pm$ 0,7
600	78,3b $\pm$ 6,5
300	0,0c $\pm$ 0,0
Control positivo, Tiabendazole (10 $\mu\text{L}$ )	98,6a $\pm$ 1,0
Control negativo, agua destilada	0,0c $\pm$ 0,0

Medias en la misma columna con literales diferentes indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).



**Figura 1.** Inhibición de la eclosión de huevos de nematodos gastrointestinales por exposición al extracto acetona: agua de hojas de *Gliricidia sepium* a las 72 horas de incubación. a) huevos que permanecieron en fase de mórula; b) huevo larvado que no eclosionó, ambas imágenes a 400x.

En la prueba de desarrollo larval (Cuadro 3), la inhibición fue similar ( $P > 0,05$ ) en las diferentes dosis del extracto acetónico, mientras que en el extracto acuoso (Cuadro 4) la mayor inhibición ( $P < 0,05$ ) se observó en las concentraciones de 600 y 1200  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , compuestos polifenólicos, y taninos, cuya presencia en extracto de etanol de hojas de *Gliricidia sepium* ha sido señalada por Urdaneta *et al.* (2013). Su presencia afecta el desarrollo de huevos y larvas de NGI (Vargas-Magaña *et al.*, 2014

**Cuadro 3.** Influencia de la concentración del extracto acetónico de *Gliricidia sepium* sobre la inhibición del desarrollo de larvas de nematodos gastrointestinales de ovinos.

Tratamiento: Extracto acuoso ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ )	Inhibición del desarrollo de larvas (%)
2400	86,1b $\pm$ 4,9
1200	93,1b $\pm$ 1,5
600	92,0b $\pm$ 1,4
300	82,7b $\pm$ 6,5
Control positivo, Tiabendazole (10 $\mu\text{L}$ )	100,0a $\pm$ 0,0
Control negativo, agua destilada	0,0d $\pm$ 0,0

Medias en la misma columna con literales diferentes indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).

## Conclusiones

La presencia simultánea de polifenoles y taninos condensados, en rebrotes de *Gliricidia sepium* de 90 días, interaccionan en el extracto de acetona-agua y acuoso, e influye en la eficacia. antihelmíntica *in vitro* en el desarrollo de huevos y larvas de nemátodos gastrointestinales.

**Cuadro 4.** Influencia de la concentración del extracto acuoso de *Gliricidia sepium* sobre la inhibición del desarrollo de larvas de nematodos gastrointestinales de ovinos.

Tratamiento: Extracto acuoso ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ )	Inhibición del desarrollo de larvas (%)
2400	94,2b $\pm$ 0,4
1200	98,9a $\pm$ 0,7
600	97,1ab $\pm$ 1,4
300	48,0c $\pm$ 4,8
Control positivo, Tiabendazole (10 $\mu\text{L}$ )	100,0a $\pm$ 0,0
Control negativo, agua destilada	0,0d $\pm$ 0,0

Medias en la misma columna con literales diferentes indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ).

### Literatura citada

- Corona-Palazuelos, M.B.; Murillo-Ayala, E.X.; Castro-del Campo, N.; Romo-Rubio, J.A.; Cervantes-Pacheco B.J.; Gaxiola-Camacho S.M.; Barajas-Cruz R. 2020. Influencia de la adición de extractos de taninos al inicio de la engorda en la carga por nemátodos en becerros en corral. Publicaciones Foro Engormix.
- González-Garduño, R.; Torres-Acosta, J.F.J.; Chay-Canul, A.J. (2014). Susceptibility of hair sheep ewes to nematode parasitism during pregnancy and lactation in a selective anthelmintic treatment scheme under tropical conditions. *Research in Veterinary Science* 96: 487–492. <http://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014>.
- Urdaneta, L.; Sanabrá, M.E.; Rodríguez, D.; Pérez de Camacaro, M. 2013. Grupos de metabolitos secundarios de extracto etanólico de *Gliricidia sepium* y su potencial antifúngico sobre *Colletotrichum acutatum*. *Interciencia* 38: 449-454. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33928571008.pdf>. (Consultado: 27 de julio 2019).
- Vargas-Magaña, J.J.; Torres-Acosta, J.F.J.; Aguilar-Caballero, A.J.; Sandoval-Castro, C.A.; Hoste, H.; Chan-Pérez, J.I. 2014. Anthelmintic activity of acetone–water extracts against *Haemonchus contortus* eggs: interactions between tannins and other plant secondary compounds. *Veterinary Parasitology* 206: 322–327. <http://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.10.008>.

## **FRUTO DE PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis*) EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN TRÓPICO HÚMEDO**

Cano-Asencio L.<sup>1</sup>; Martínez-Hernández P.A.<sup>1</sup>; Huerta-Bravo M.<sup>1</sup>; Aranda-Ibáñez E.M.<sup>2</sup>; Cortes-Díaz E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Carretera México-Texcoco km 38.5. CP. 56230, Chapingo, Edo. de México. México. Teléfono 5959521621

<sup>2</sup>Colegio de Posgraduados Campus Tabasco, Periférico Profesor Carlos Molina sin número, kilómetro 3.5 carretera Cárdenas-Huimanguillo, CP. 86500, Cárdenas, Tabasco, México.  
Correo-e: [earanda@colpos.mx](mailto:earanda@colpos.mx)

**Palabras clave:** palma, bovinos, energía, fruto, animal

### **Introducción**

El fruto de la palma de aceite es una fuente de energía importante para la alimentación animal, por su contenido de aceite y energía metabolizable, El contenido de grasa es de 61.1% , FDN 34.6% y 6.2 EM Mcal. /kg (Cano *et al.*, 2020) y un contenido promedio 50% de ácidos grasos saturados, 40% de ácidos mono insaturados y 10% de poliinsaturados. El cultivo de la palma de aceite representa en México 112.4 mil Ha, con 1.3 millones de t de racimos (Anuario estadístico, 2020). La ganadería en las zonas tropicales, la base de la alimentación son los pastos y forrajes, la disponibilidad y la calidad es variable por efecto climático, el fruto de palma puede complementar el nivel nutricional en relación a los requerimientos y a su potencial de producción de carne y leche en el trópico. El objetivo fue evaluar diferentes niveles de fruto de palma en una dieta integral a base de pastos en la producción de carne.

### **Materiales y Métodos**

21 toretes *Bos taurus x Bos indicus*, con peso inicial de 280 ± 76 kg, se distribuyeron al azar, en corraletas individuales, ubicado en el rancho 'La Melcocha', Trujillo, Comalcalco, Tabasco, a 18° 12' 47"N; 93° 11' 11"W y 7 msnm, con clima Am (f)(i) gw", cálido húmedo, lluvias en verano, temperatura media anual de 26.4 °C, 1934 mm de precipitación y 82% de humedad relativa media (SMN 2011). Los animales se desparasitaron y bañaron para parásitos externos. Se adaptaron a los corrales y a la dieta por 15 días. Los tratamientos fueron T1 dieta integral con 0% de fruto de palma de aceite, T2 8% de fruto y T3 16% de fruto. Las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas, las composiciones de las dietas se presentan en el Cuadro 1 y 2.

El fruto de palma de aceite se obtuvo en plantaciones de Catazaja Chis. Se desgranó y molió en una picadora de forraje y se incorporó a las dietas integrales. Se midió consumo individual diariamente, peso de los animales cada 14 días y conversión alimenticia. El diseño fue completamente al azar ajustando a covariable a peso inicial. Los datos se analizaron por el programa SAS y las medias por Tukey.

### **Resultados y Discusión**

El consumo de alimento no tuvo diferencias entre los tratamientos 1 y 2 con 8.3 y 8.4 kg a<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> pero si con el tratamiento 3 con 6.6 kg a<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, estas diferencias pueden deberse al mayor contenido de grasa sobre el consumo de fibra de la dieta.

**Cuadro 1.** Composición y aporte nutrimental estimado de las dietas experimentales evaluadas en el ensayo de alimentación.

Ingrediente (%)	Nivel (%) de fruto de palma de aceite		
	0	8	16
Grano de maíz	63.07	49.72	33.17
Melaza	10.00	10.00	10.00
Heno de <i>Brachiaria humidicola</i>	23.00	23.00	25.00
Salvado de trigo	0.88	4.49	9.12
Urea	1.50	1.50	1.50
Fruto de palma de aceite	0.00	8.00	16.00
Pasta de soya	0.76	2.52	4.46
Carbonato de calcio	0.18	0.17	0.15
Sal	0.50	0.50	0.50
Mezcla minerales traza	0.10	0.10	0.10
Aporte nutrimental estimado*			
EM (Mcal/kg)	2.80	2.80	2.80
Proteína cruda (%)	14.0	14.0	14.0

**Cuadro 2** Composición nutrimental de las dietas usadas en la finalización de toretes que incluyeron diferente nivel de fruto de palma (*Elaeis guineensis* Jacq.).

Componente (%)	Nivel de inclusión de fruto de palma (%)		
	0	8	16
Proteína cruda	14.58	14.53	13.32
Extracto etéreo	1.54	2.67	7.47
FDN	25.9	23.9	22.5
FDA	8.41	10.24	10.54
Ceniza	6.05	6.34	6.31

El consumo tiene una relación directa con la ganancia de peso, menor consumo en el tratamiento 3 (Cuadro 3), una ganancia menor, con diferencias significativas.

**Cuadro 3.** Parámetros (media±desviación estándar) del proceso de engorda de toretes alimentados con diferente nivel de fruto de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la dieta, en Comalcalco, Tabasco.

Parámetro	Nivel (%) de inclusión de fruto en la dieta		
	0	8	16
Consumo de alimento (kg/cab/día)	8.47±0.31 <sup>a</sup>	8.31±0.46 <sup>a</sup>	6.55±0.25 <sup>b</sup>
Ganancia de peso (kg/cab/día)	1.26±0.08 <sup>a</sup>	1.29±0.11 <sup>a</sup>	0.86±0.06 <sup>b</sup>
Conversión alimenticia	6.97±0.68 <sup>a</sup>	6.58±0.36 <sup>a</sup>	7.89±0.75 <sup>a</sup>

a,b...=medias dentro de hileras con al menos una literal en común no son diferentes ( $p < 0.05$ ).

La presencia de aceites en el rumen puede alterar negativamente la tasa de fermentación del alimento ingerido debido a que los aceites pueden inhibir la proliferación y actividad de bacterias ruminales fibrolíticas como *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens*, y *Butyrivibrio* y *Prevotella* spp. (Huws et al., 2014) de protozoarios como *Entodinium*, *Epidinium*, *Metadinium*, *Diploplastron*, *Polyplastron* y *Diplodinium* asociados a una alta tasa de digestión en rumen (Lima et al., 2015). Este impacto negativo sobre las poblaciones microbianas del rumen ocasiona a su vez limitación en el nivel de consumo (Castillo-González et al., 2014). Sin

embargo, el costo del alimento en el tratamiento 3 es menor (Cuadro 4). Un aspecto importante es evaluar la interacción y buscar el punto eficiencia biológica y rentabilidad.

**Cuadro 4.** Balance económico de la engorda de toretes alimentados con diferente nivel de inclusión de fruto de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la dieta, en Comalcalco, Tabasco. El periodo de engorda fue de 60 días.

NIFP (%)	PIP (kg)	PFP (kg)	PFP-PIP (kg)	Consumo alimento (Kg/novillo)	Costo alimento (MN\$/kg)	Costo total de alimento (MN\$)	Valor comercial del kg en pie de novillo (MN\$)	Ingreso por venta (MN\$)	Márgen (MN\$)
0	320	379	59	499	4.18	2085.82	45	2655	569.2
8	320	413	93	490	4.00	1960.00	45	4185	2225.0
16	320	370	51	386	3.47	1339.42	45	2295	955.5

NIFP, nivel de fruto de palma de aceite en la dieta; PIP, peso inicial del novillo; PFP, peso final del novillo.

## Conclusiones

La inclusión de 8% de fruto tuvo igual ganancia de peso que el testigo, pero a menos costo de alimento, el 16 % de fruto mostró restricción en el consumo. La utilización del fruto de palma de aceite es una alternativa en la alimentación de la ganadería en las zonas tropicales.

## Literatura citada

- Anuario estadístico 2020. Federación Mexicana de palma de aceite (FEMEXPALMA). Villahermosa Tabasco México. p. 25
- Cano Asencio, L.; Martínez Hernández, P.A.; Huerta Bravo, M.; Aranda Ibáñez, E.M.; Cortés Díaz, E. 2020. Caracterización nutrimental postcosecha del fruto integral de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en prensa.
- SAS. 2016. Statistical Analysis System. SAS® 9.4 In-Database Products: User's Guide, Seventh Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 376p. <http://documentation.sas.com/api/docsets/inbug/9.4/content/inbug.pdf?locale=en>
- Castillo-González, A.R.; Burrola-Barraza, M.E.; Domínguez-Viveros, J.; Chávez-Martínez, A. 2014. Rumen microorganisms and fermentation. Archivos de Medicina Veterinaria 46: 349-361.
- Lima, F.S.; Oikonomou, G.; Lima, S.F.; Bicalho, M.L.S.; Ganda, E.K.; De Oliveira Filho, J.C.; *et al.* 2015. Prepartum and postpartum rumen fluid microbiomes: characterization and correlation with production traits in dairy cows. Applied and Environmental Microbiology 81: 1327-1337.
- SMN. 2011. Servicio Meteorológico Nacional. Normales climatológicas. <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado> Fecha de consulta 24 de mayo de 2019.

## ESPECTROSCOPIA DE FTIR PARA DIFERENCIAR ENTRE QUESOS ELABORADOS CON LECHES CRUDAS (ARTESANALES) Y CON LECHE PASTEURIZADA E INOCULADA CON CULTIVOS STARTER

Proyecto en Matriz de Investigación: 508

Bucio-Galindo, A.<sup>1</sup>; Duran-Molina, J.C.<sup>1</sup>; Castillo-Mercado R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus

<sup>2</sup>PRODOCAT. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

Correo-e: [adbucio@colpos.mx](mailto:adbucio@colpos.mx)

**Palabras clave:** FTIR, quesos, queso doble crema, sabor, bacterias lácticas, levaduras.

### Introducción

Los quesos mexicanos artesanales forman parte de la tradición y cultura del país que son importantes por su vinculación con el territorio; teniendo una importancia gastronómica, nutricional, mercadotécnica, social, económica, y estimulan la articulación de la cadena de valor de la leche-queso (Martínez et al., 2016). Las características del sabor de los quesos artesanales son resultado de la leche que se usa, que por ser cruda contiene enzimas propias de la leche y también contiene una gran variedad de microorganismos que proceden de la ubre y del ambiente específico del territorio; de ahí que algunos tienen denominación de origen protegida. Los quesos artesanales se elaboran a partir de la inoculación de la leche cruda con suero de lotes previos (backslopping). Los quesos industrializados, se manufacturan pasterizando la leche e inoculándola con las cepas de cultivos starter, que son microorganismos puros cultivados en laboratorio. Generalmente hay diferencias en sabor en los quesos artesanales y los manufacturados con leche pasterizada; siendo más apreciados los primeros; pero más vendidos a nivel global los segundos. Es inmensa la cantidad de compuestos que intervienen en el sabor; que es difícil conocer cuáles son los más importantes para cada tipo de queso. Lo que si es seguro es que los compuestos del sabor son compuestos químicos de bajo peso molecular. La espectroscopia del infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) es una técnica que usa alícuotas de unos cuantos miligramos y evalúa varios componentes químicos en una sesión de escaneo, que tarda unos segundos. Se basa en el principio de que cada uno de los grupos funcionales químicos tienen diferentes especificidades en las cantidades de energía (diferentes longitudes de onda) que los excita y emiten una señal característica en la absorbancia tras la excitación (Subramanian *et al.*, 2009).

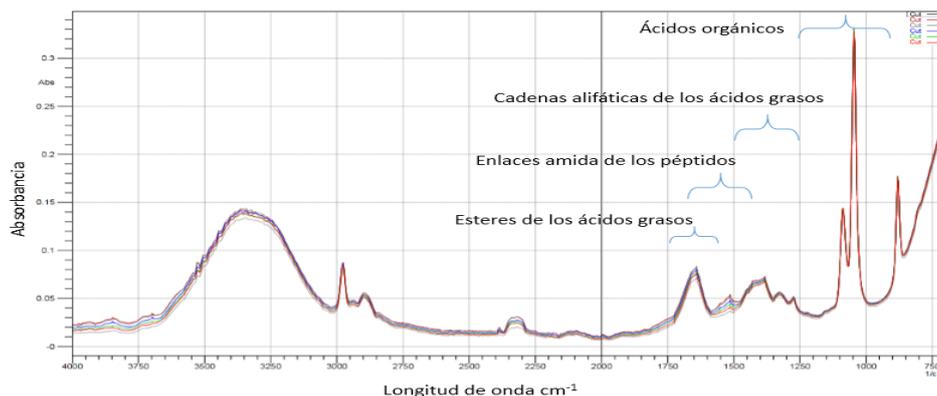
La espectroscopia FTIR ( $4.000$  a  $700\text{ cm}^{-1}$ ) monitorea la absorbancia de la luz infrarroja por grupos funcionales en la muestra para proporcionar un espectro de la muestra que varía con la composición y la concentración de los compuestos. Ha sido combinada con análisis multivariantes para el análisis rápido de quesos para determinar su composición química (análisis proximal), pero también a nivel compuestos de bajo peso molecular, que intervienen en su sabor; su grado de madurez, y que pueden ser distintivos del origen geográfico (Lei y Sun 2019). Para extraer los compuestos del sabor, se macera el queso con ultrasonido (sonicación); y se hacen extracciones con solventes polares y no polares. El extracto final se analiza por espectroscopia FTIR y luego se analiza por métodos de estadística multivariados. La metodología mencionada se ha aplicado para hacer estudios en varios quesos: como el Cheddar, Suizo, Parmesano (Lei y Sun, 2019). Los objetivos fueron hacer una evaluación de que, si un método de espectroscopia de FTIR es útil para diferenciar entre muestras de quesos artesanales y quesos no artesanales como el queso doble crema, que a diferencia de otros quesos, es extremadamente ácido (Pacheco y Bucio, 2010).

## Materiales y Métodos

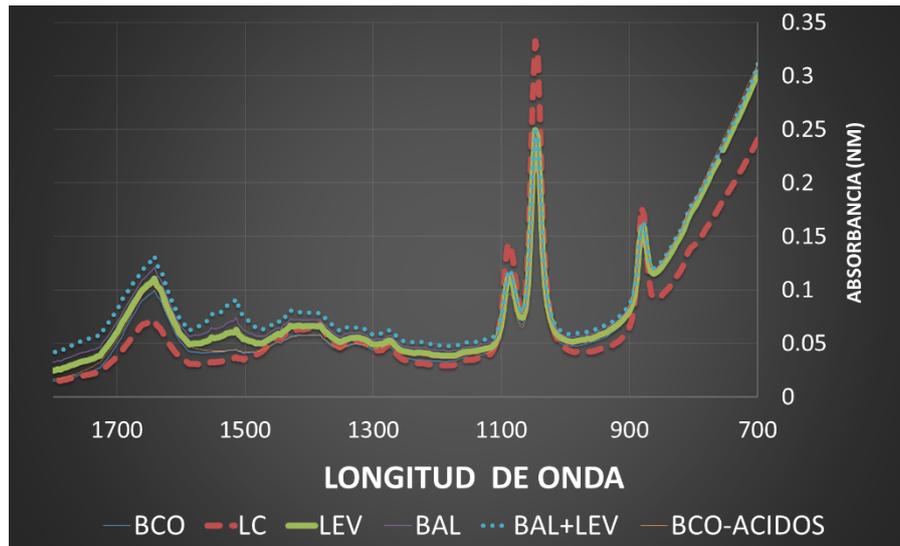
Se evaluaron muestras de 5 tipos de quesos elaborados a) de modo tradicional, y con leche pasteurizada inoculada con: b) bacterias lácticas, c) levaduras, d) ambas y e) con una mezcla de ácidos. Se tomaron 20 g de queso congelado, se agregaron 20 mL de nitrógeno líquido. Posteriormente se molió en un mortero y se tomó 0.1 g de queso molido, se agregaron 0.5 mL de H<sub>2</sub>O destilada y se mezcló. La mezcla se sónico usando un desmembrador ultrasónico por 10 segundos hasta romper grasas. Se agregó 5 mL de cloroformo para separar grasas complejas. Posteriormente se mezcló muy bien con un agitador. Se centrifuga a 14,000 rpm a 25°C por tres minutos. Se extrajeron 200 mL del sobrenadante cuidando no jalar el precipitado o el asiento. Se mezcló con una cantidad de etanol al 100 %, para precipitar proteínas complejas. Se homogenizo muy bien con un agitador (200  $\mu$ L de etanol), se centrifugo a 14, 000 rpm durante 3 minutos. Y se tomaron 100  $\mu$ L del sobrenadante para FTIR (Subramanian *et al.*, 2009).

## Resultados y Discusión

En la figura 1 se muestran las curvas espectrales del queso crema artesanal doble crema. Se observó que la curva posee los mismos grupos funcionales característicos de diversos quesos, (Lei y Sun 2019) aunque con diferentes absorbancias (intensidades). Para Subramanian *et al.*, 2009), los espectros FTIR reflejan la composición química total del extracto de queso, con bandas de absorbancia debido a muchos grupos químicos. En varios quesos, como el Cheddar, el Parmesano peccorino, y Suizo, el rango de 1800 a 900  $\text{cm}^{-1}$  (Lei y Sun 2019) representa una zona de especificidad espectral, que se hace evidente cuando se evalúan quesos con diferentes características diferenciales como tiempo de maduración, lugar de origen, o incluso bacterias con las que se manufacturaron; esto es porque ahí se encuentran la mayor parte de los compuestos orgánicos que le confieren el sabor y aroma típicos del queso (Subramanian *et al.*, 2009; Lei y Sun, 2019). Para observar con más detalle esa región espectral, se presenta la figura 2. En el queso crema artesanal se encontró que en la región que va de 900 a 1,250  $\text{cm}^{-1}$  de longitud de onda la banda de absorción es comparativamente muy alta en relación a los otros quesos y en la que podría encontrarse los compuestos orgánicos como el ácido láctico, el ácido cítrico y ácido acético entre otros implicados directamente en el sabor del queso en estudio, que a diferencia de los otros quesos que tienen pH superior a 5; los quesos doble crema tienen pH's casi de 4.0.



**Figura 1.** Espectro de transformada de Fourier de queso artesanal y no artesanal (750-4000  $\text{cm}^{-1}$ )



**Figura 2.** Espectro de transformada de Fourier de queso artesanal y no artesanal ( $700-1700 \text{ cm}^{-1}$ ). Abreviaciones: BCO, queso sin bacterias; LC, queso elaborado con leche cruda; LEV, queso elaborado con levaduras; BAL, queso elaborado con bacterias lácticas; BAL + LEV, queso elaborado con bacterias y levaduras; BCO-ACIDOS, queso elaborado con una mezcla de ácidos orgánicos.

## Conclusiones

Los grupos funcionales presentes en el queso crema son los mismos que se presentan en otros quesos, pero con una intensidad diferente. Existen regiones en el espectro que son únicas en los quesos artesanales y en próximos estudios se estudiarán de qué compuestos se tratan (que son como ácidos orgánicos y alcoholes).

## Literatura citada

- Lei, T.; Sun, D. W. 2019. Developments of nondestructive techniques for evaluating quality attributes of cheeses: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 88: 527-542.
- Martínez Vasallo, A.; Montes de Oca, N.; Villoch Cambas, A. 2016. Determinación de indicadores sanitarios en quesos artesanales. *Revista de Salud Animal*, 38: 64-66.
- Pacheco, F. P.; Bucio, A. 2010. Microbial safety of raw milk cheeses traditionally made at a pH below 4.7 and with other hurdles limiting pathogens growth. *Current research, technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology*, Formatex, 789-1620.
- Subramanian, A.; Harper, W. J.; Rodríguez-Saona, L. E. 2009. Rapid prediction of composition and flavor quality of cheddar cheese using ATR-FTIR spectroscopy. *J. Food Sci.* 74: C292-C297.

## USO DE GLUCONEOGENICOS EN LA SUPLEMENTACIÓN DE OVEJAS PREVIO AL PARTO PARA DISMINUIR LA MORTALIDAD DE CORDEROS LACTANTES

Proyecto en Matriz de Investigación: 590

Cadena-Villegas S<sup>1</sup>.; Joaquín Torres B.M<sup>1</sup>.; Ramos Juárez J. A<sup>1</sup>.; Aranda Ibáñez E.M.<sup>1</sup>; Vargas Villamil L. M.<sup>1</sup>; y Acosta Pech R.

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

Correo-e: [scadena@colpos.mx](mailto:scadena@colpos.mx)

**Palabras clave:** alimentación, calostro, ovejas, corderos

### Introducción

El objetivo principal de la producción ovina es obtener el mayor número de corderos por oveja al año, sin embargo, la sobrevivencia neonatal de corderos es un factor crítico y, depende de una exitosa interacción madre-cría, donde el recién nacido consume el calostro necesario para el paso de la inmunidad de la madre a la cría, aporte energía para regular la temperatura corporal y limpieza del tracto digestivo; elementos necesarios para la sobrevivencia y el inicio del desarrollo eficiente (Hinch and Brien, 2014; Banchemo *et al.*, 2015; Horton *et al.*, 2017)

### Materiales y Métodos

Se utilizaron 100 ovejas de la raza Kathadin multíparas y condición corporal promedio de 2.5 en escala de Russel *et al.* (1969) las cuales, fueron sometidas a un tratamiento de sincronización de estros con base en progestágenos y aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG) para estimular la ovulación. A las 40 h posteriores del retiro de las esponjas, las ovejas detectadas en estro, previo a la inseminación, se dejaron sin comer ni tomar agua; la Inseminación Artificial (IA) se realizó a tiempo fijo a las 54 h posteriores al retiro de la esponja conforme a lo descrito por McKelvie *et al.* (1985). A través de ecografía abdominal se determinó la gestación y número de fetos a los 35 días post inseminación. A partir de este momento se asignaron a cada tratamiento, donde se llevó a cabo una adaptación 15 días antes del inicio de la suplementación.

**Testigo:** Se mantuvo la alimentación con base en ensilado de maíz y concentrado en una relación de 80 y 20% respectivamente.

**Tratamiento 1:** A la dieta testigo se le adicionó 300 g de maíz quebrado durante los últimos 15 días de la gestación.

**Tratamiento 2.** A la dieta testigo se le adicionaron 8 g de propionato de calcio durante los últimos 15 días de la gestación.

**Tratamiento 3.** A la dieta testigo se le adicionaron 8 g de propionato de calcio y 200 g de maíz quebrado durante los últimos 15 días de la gestación.

## Resultados y Discusión

El tamaño de la ubre fue diferente entre tratamientos ( $p < 0.05$ ), donde la suplementación con propionato de calcio aumentó el tamaño de ubre en 18.1% con respecto al testigo (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Características de ovejas Kathadin al momento del parto suplementadas con propionato de calcio

Tratamiento	Largo de gestación (días)	Condición Corporal	Distocias (%)	Tamaño de la Ubre
Testigo	152.9	2.0	5	23.9 b
Tratamiento 1	150.9	3.0	0	25.2 b
Tratamiento 2	149.1	2.3	0	29.4 a
Tratamiento 3	150.3	3.2	0	24.6 b

Letras diferentes por columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ).

El peso al nacimiento de los corderos no tuvo diferencias ( $p < 0.05$ ), sin embargo, su desarrollo visto en términos del incremento de pesos, ganancia diaria de peso y el peso registrado a los 15 días postparto, si mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ; Cuadro 2). Los corderos nacidos de ovejas suplementadas con maíz y propionato de calcio mejoraron en 22.9% el peso a los 15 días con respecto al tratamiento testigo, de igual manera, se observó un incremento del 37.7 % en el peso vivo con respecto al testigo y 7.5 % más con respecto al tratamiento donde únicamente se suplementó con propionato de calcio.

**Cuadro 2.** Características de corderos Kathadin nacidos de ovejas suplementadas con propionato de calcio

Tratamiento	Peso al nacimiento (kg)	Peso a los 15 días (kg)	Incremento de peso (kg)	Ganancia Diaria de Peso (gr)
Testigo	3.46 a	6.7 b	3.3 c	218 c
Tratamiento 1	3.74 a	6.9 b	3.2 c	212 c
Tratamiento 2	3.37 a	8.7 a	5.3 a	353 a
Tratamiento 3	3.33 a	8.2 b	4.9 b	326 b

Letras diferentes por columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ).

El porcentaje de corderos enfermos y muertos fue diferente ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos, donde los corderos nacidos de madres que no recibieron suplementación energética durante los últimos 15 días previos al parto tuvieron el mayor porcentaje de corderos enfermo y muertos (Cuadro 3).

La suplementación con maíz y propionato (tratamiento 2) de calcio mostro una reducción de 62.8 % en la presencia de corderos enfermos con respecta al testigo y de 44.7 % con respecto a los tratamientos 1 y 3. De igual manera, la presencia de corderos muertos se redujo 78.4 % en comparación al testigo cuando se suplementó con maíz y propionato de calcio y valores muy similares se muestran con la suplementación ya sea con maíz o propionato de calcio unicamente.

**Cuadro 3.** Porcentaje de corderos Kathadin enfermos y muertos de ovejas suplementadas con propionato de calcio

Tratamiento	Enfermos (%)	Muertos (%)
Testigo	35.53 a	30.12 a
Tratamiento 1	24.17 b	8.53 b
Tratamiento 2	13.30 c	6.50 b
Tratamiento 3	23.00 b	5.38 b

Letras diferentes por columna indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ).

La mayor parte del desarrollo de la glándula mamaria tiene lugar durante el último mes de gestación, pero, en la semana anterior al parto, aumenta notablemente de tamaño, este crecimiento acompaña la síntesis masiva de calostro al inicio de la lactogénesis. La diferenciación de las células mamarias está fuertemente influenciada por la nutrición de la madre durante la última etapa de gestación. Por lo tanto, un buen manejo nutricional es importante para asegurar el vigor del cordero y producción de leche (Banchemo *et al.*, 2015). Las pérdidas de corderos dentro de la primera semana después del nacimiento, causan pérdidas significativas para la industria ovina que a menudo representan más de 20% de los corderos nacidos y de estas pérdidas, el 55% está relacionado con partos difíciles, debidas a una baja relación en el tamaño del feto con la apertura de la pelvis, ocasionado por el aumento en el tamaño al nacimiento (Hinch and Brien, 2014) como consecuencia de un incremento en el suministro de nutrientes en el último tercio de gestación.

### Conclusiones

La suplementación de 200g de maíz y 8 gr de propionato de calcio en la dieta de ovejas 15 días antes del parto, permiten incrementar el tamaño de la ubre, mejorar el desarrollo de corderos en los primeros 15 días de vida y, reducir el porcentaje de corderos enfermos y muertos en el periodo perinatal.

### Literatura citada

- Banchemo, G. E.; Milton, J. T. B.; Lindsay, D. R.; Martin, G. B.; Quintans, G. 2015. Colostrum production in ewes: a review of regulation mechanisms and of energy supply. *Animal* 9(5): 831–837 <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731114003243>.
- Hinch, G. N.; Brien, F. 2014. Lamb survival in Australian flocks: a review. *Animal Production Science*. 54(6): 656–666 <http://dx.doi.org/10.1071/AN13236>.
- Horton, B. J.; Corkrey, R.; Hinch, G. N. 2017. Estimation of risk factors associated with difficult birth in ewes. *Animal Production Science*, 58 (6): 1125–1132 <http://dx.doi.org/10.1071/AN16339>.
- McKelvey, W.A.C.; Robinson, J.J.; Aitken, R.P.; Henderson, G. 1985. The evaluation of a laparoscopic insemination technique in ewes. *Theriogenology*. 24(5): 519–535.
- Russel, A. J. F.; Doney, J. M.; Gunn, R. G. 1969. Subjective assessment of fat in live sheep. *J. Agr. Sci., Cambridge*, 72: 451-454.

## SUPLEMENTACIÓN PROTEICA EN ABEJAS MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.) Y DESARROLLO DE LA COLONIA

De la Rosa-Santamaría, R.<sup>1</sup> ; Sánchez-Avalos, J.A.<sup>2</sup> ; Ramos-Juárez, J.A.<sup>1</sup>

1: Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

2: Universidad Popular de la Chontalpa, H. Cárdenas, Tabasco  
Correo: [robdelarosas@colpos.mx](mailto:robdelarosas@colpos.mx)

**Palabras clave:** *Cnidoscopus aconitifolius*, *Helianthus annuus* L., *Apis mellifera* L., suplementación proteica, colmena.

### Introducción

La suplementación proteica en abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) es una actividad alternativa en la Chontalpa, Tabasco, para mantener los procesos productivos y reproductivos de las colmenas (Avilés, 2007), principalmente en la época de nortes que ocurre de noviembre a enero, cuando disminuye la flora apícola (Cardenas, 1985). El efecto de dicha suplementación se desconoce cuando en el área de pecoreo se establecen cultivos agrícolas que son donadores de néctar, polen o ambos. El objetivo de la presente investigación fue conocer el efecto de diferentes suplementos proteicos, sobre el desarrollo reproductivo y productivo de colonias de abejas melíferas, en la época de nortes, en la Chontalpa, Tabasco, en un área que combinaba especies silvestres con cultivadas.

### Materiales y Métodos

La suplementación proteica se realizó durante la temporada noviembre 2017 – marzo 2018, en el Campo experimental km 21 del Colegio de Postgraduados Campus Tabasco, en un área agrícola cultivada con coco (*Cocos nucifera*), girasol (*Helianthus annuus*) y maíz (*Zea mays*) cercana a un reducto de Selva de Canacoíte (*Bravaisima integerrima*). Se utilizaron cuatro tratamientos: 1) Testigo sin suplemento, 2) Suplemento comercial, 3) Harina de girasol, y 4) harina de Chaya (Sarmiento, 2002). Las unidades experimentales fueron colmenas tipo jumbo, con tres repeticiones por tratamiento, distribuidas en un diseño de bloques al azar. Los suplementos fueron ajustados por el método de cuadrado de Pearson a 12 % de proteína cruda y suministrados cada 12 días en cuatro ocasiones. Cada uno contenía 80 g base húmeda de la siguiente manera: (T2) Suplemento comercial, 48% de harina y 52% de jarabe de azúcar; T3) 70% de harina de girasol y 30% de jarabe de azúcar, y T4) 46% de Harina de Chaya (*Cnidoscopus aconitifolius*) y 54% jarabe de azúcar.

Se evaluó el desarrollo de la colonia en base a las siguientes variables: Tamaño de colmena, bastidores con cría, uniformidad de cría operculada, reservas de alimento miel y polen, rendimiento de miel, consumo de materia seca y de proteína.

Consumo de proteína: para calcular el consumo de proteína se utilizó la siguiente fórmula:

$$CP = \frac{CMS * \% PC \text{ del suplemento}}{100}$$

Donde:

CP: consumo de proteína.

CMS: consumo de materia seca.

PC: Porcentaje de proteína cruda del suplemento.

Rendimiento de miel (kg/colmena): se registró su valor en kilogramos por colmena, en la primera cosecha, efectuada el 21 de marzo de 2018.

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo usando un modelo de medidas repetidas, entre tratamientos dentro de muestreos, y entre muestreos dentro de tratamientos, con el paquete SAS (1991).

## Resultados y Discusión

Se detectaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en el consumo de proteína cruda (Cuadro 1), con el mayor valor medio registrado con el suplemento comercial. Sin embargo, esto no determinó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en la producción de miel por colmena en la primera cosecha (Cuadro 2); no obstante, se observaron valores absolutos de 25.7 y 23.7 kg de miel por colmena, en el tratamiento comercial y el suplemento a base de chaya. Lo anterior podría atribuirse a la selección para mayor rendimiento de miel y acumulación de reservas alimenticias aplicada a las colonias en ciclos previos al experimento, y a la presencia de especies cultivadas en el área donde se estableció el apiario. Entre ellas destacaron coco, girasol, maíz y sorgo dulce (*Sorghum bicolor*), además de que el sitio se ubicó cerca de la Selva de Canacoíte, que conforma la Reserva Parque Estatal de la Chontalpa, representativa de la Selva Tropical Húmeda donde se han documentado alrededor de 76 especies silvestres (Maldonado-Sánchez *et al.*, 2016); en conjunto, dicha vegetación favoreció la disponibilidad de nutrientes en el ambiente, lo cual es determinante para el crecimiento y desarrollo de las colonias (Alaux *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2013).

Se ha documentado que la producción de miel se puede incrementar hasta 35% al suministrar suplementos proteicos, como sustitutos de néctar y polen (Silva *et al.*, 2013); sin embargo, debido a que durante el periodo de estudio se observaron reservas de miel y polen en los diferentes tratamientos, y abejas pecoreando en las especies cultivadas mencionadas, será importante comparar el desarrollo de colonias con suplemento artificial, en ausencia de especies cultivadas.

**Cuadro 1.** Consumo de proteína cruda (g) en los periodos de evaluación en abejas melíferas (*Apis mellifera* L.). H. Cárdenas, Tabasco, noviembre 2017- marzo 2018.

Periodos de suplementación en días	Tratamientos			Medias de muestreo
	Suplemento comercial (T <sub>2</sub> )	Girasol (T <sub>3</sub> )	Chaya (T <sub>4</sub> )	
P1 (1-12)	8.93 a	0.81 a	1.96 a	4.29 ns
P2 (13-25)	8.93 a	0.71 a	1.39 b	3.68 ns
P3 (26-38)	8.93 a	0.81 a	1.39 b	3.71 ns
P4 (39-50)	8.93 a	0.51 a	1.96 a	3.80 ns
Medias	8.93 a	0.71 b	1.68 c	
EE±	0.18	0.54	0.03	0.99

ns dentro de la misma columna indica que no hay diferencia estadística significativa entre tratamientos (Tukey  $P > 0.05$ ). T: Testigo. S/C: Suplemento comercial. G: Girasol. CH: Chaya

Los análisis de varianza tampoco indicaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para tamaño de colmena, bastidores con cría, uniformidad de cría operculada, y reservas de alimento miel y polen.

## Conclusión

La suplementación proteica no tiene efecto sobre el desarrollo y productividad de colonias de abejas melíferas, cuando se complementa con el establecimiento de especies agrícolas donadoras de néctar, polen, o ambos.

**Cuadro 2.** Medias de producción de miel (kg) de los tratamientos de suplementación proteica en abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) H. Cárdenas, Tabasco, 2017- 2018.

Tratamientos	Descripción	Total	Medias
1	T	46	15.3 ns
2	S/C	75.7	25.7 ns
3	G	27.4	13.7 ns
4	CH	71	23.7 ns
EE			1.57

ns dentro de la misma columna indica que no hay diferencia estadística significativa entre tratamientos (Tukey  $P > 0.05$ ). T: Testigo. S/C: Suplemento comercial. G: Girasol. CH: Chaya. EE: Error Estándar

## Literatura citada

- Avilés, J. P.; Araneda, X. 2007. Estimulación de la puesta en abejas (*Apis mellifera* L.) Archivos de Zootecnia, 56: 1-9.
- Alaux, C.; Dantec, C.; Parrinello, H.; Conte, Y. 2011. Nutrigenomics in honey bees: digital gene expression analysis of pollen's nutritive effects on healthy and varroa-parasitized bees. BMC Genomics 2-13.
- Cárdenas, S. 1985. Caracterización del ciclo apícola y flora nectífera y polínifera, en la Chontalpa, Tabasco, México. Colegio de Posgraduados Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco.
- Maldonado-Sánchez, E.; Ochoa-Gaona, S.; Ramos-Reyes, R.; Guadarrama-Olivera, M.A; González-Valdivia, N.; de Jong, B. H. J. 2016. La selva inundable de canocite en Tabasco, Mexico, una comunidad vegetal amenazada. Acta Botánica Mexicana 115: 75-101. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm115.2016.1113>
- Sarmiento, F.L. 2002. Evaluation of Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaf meal as an ingredient in poultry diets: Its availability and effect on the performance of chickens. University of Edinburgh. 219 pp.
- Silva, A. C.; Tapia, G. J.; Martínez, J.C. 2013. Alimentación artificial de abejas (*Apis mellifera* L.) durante el invierno. México ganadero, perspectiva ganadera. pp 28-33.

## PROPAGACIÓN *in vitro* DE ORQUÍDEA *Lophiaris teaboana*

Proyecto en Matriz de Investigación: 489

Del Rivero-Bautista N.<sup>1</sup>; Villarreal-Victorio C.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Profesora Investigadora y Técnico Laboratorista. Colegio de Posgraduados Campus Tabasco. CP 85600 Cárdenas, Tabasco.  
Correo e: [rnidya@colpos.mx](mailto:rnidya@colpos.mx)

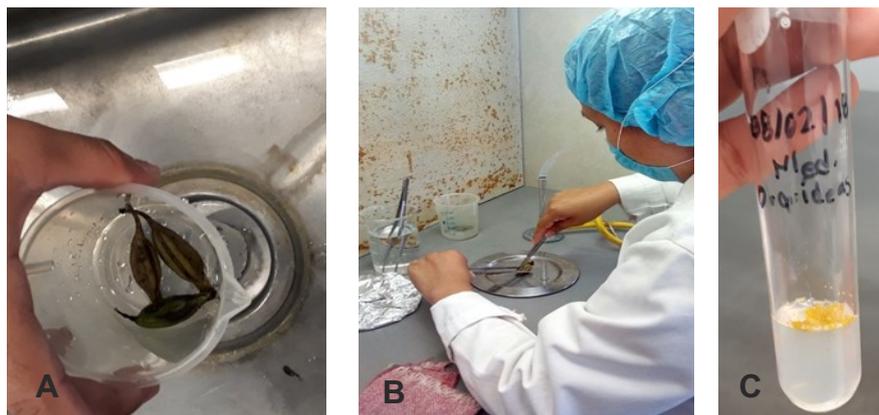
**Palabras clave:** cápsulas de orquídeas, explantes, medios de cultivo, micropropagación

### Introducción

Las orquídeas son uno de los grupos más vulnerables por la destrucción y modificación de los bosques, debido a su lento crecimiento, sus ciclos de vida relativamente largos y la baja tasa de germinación. Se calcula que del total de las especies que hay en México, el 16% se encuentra en alguna categoría de protección de acuerdo con la norma oficial mexicana. Otra de las causas que provocan una disminución en las poblaciones de las orquídeas es la extracción de especies con valor comercial, las cuales tienen un amplio margen de precios en el mercado de hasta 600 pesos por planta. Una alternativa para evitar el continuo saqueo de las especies silvestres es la propagación *in vitro*, mediante la cual se pueden obtener varias plantas a partir de una célula o una parte de la planta (raíz, tallo u hojas) (CONABIO, 2018).

### Materiales y Métodos

Como material vegetativo se utilizaron cápsulas de la orquídea *Lophiaris teaboana* (Soto-Arenas *et al.*, 2007; Balam *et al.*, 2011), estas se lavaron con detergente y agua corriente, se llevaron a la cabina de flujo laminar donde se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% durante 5 minutos, después se colocaron en alcohol al 70% durante 10 minutos y se enjuagaron cuatro veces con agua destilada estéril (Figura 1A). Se procedió a abrirlas con un bisturí (Figura 1B) y las semillas fueron colocadas en tubos de ensayo con capacidad de 150 mL que contenían 12 mL de medio de cultivo Murashige y Skoog (1962) sin reguladores de crecimiento para germinación (Figura 1C).



**Figura 1.** A) Cápsulas de orquídea, B) Disección de cápsula y c) Semillas en medio de cultivo MS.

Las semillas germinadas (plántulas) fueron colocadas en un medio de cultivo MS que contenía citoquinina (6-BAP) en una concentración de 0.5 mg L<sup>-1</sup> para su multiplicación y colocadas en la

cámara de crecimiento con luz artificial y una temperatura de  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 30 días. Las plántulas fueron subcultivadas seis veces para obtener una mayor cantidad de plántulas. Posteriormente, fueron transferidas a un medio de cultivo MS que contenía una concentración de  $0.1\text{ mg L}^{-1}$  de Ácido Naftalén Acético (ANA) para promover las raíces en esta etapa se realizaron cuatro subcultivos.

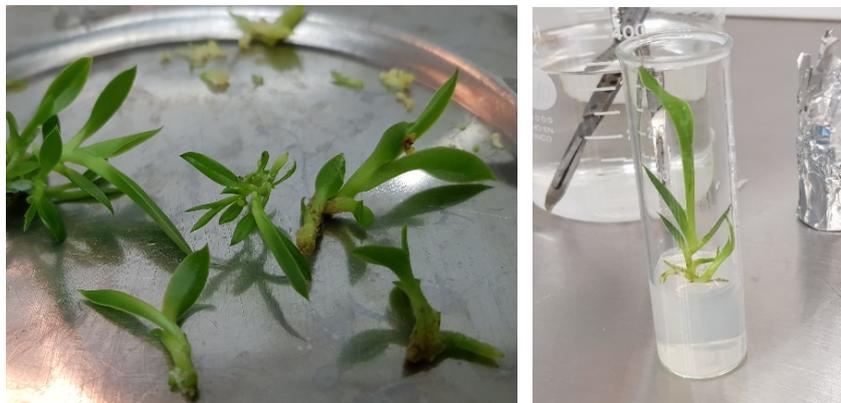
## Resultados y Discusión

A los 30 días de cultivo se observó que las semillas empezaron a germinar (Figura 2).



**Figura 2.** Semillas de orquídea *Lophiaris teaboana* germinando a los 30 días de cultivo.

Las semillas germinadas fueron transferidas a un medio de cultivo MS que contenía una citoquinina para su multiplicación (Figura 3).



**Figura 3.** Plántulas de orquídea *Lophiaris teaboana* en etapa de multiplicación.

Después de seis subcultivos las plántulas de colocaron en un medio de cultivo MS con ANA para su enraizamiento (Figura 4).



**Figura 4.** Plántulas de orquídea *Lophiaris teaboana* en etapa de enraizamiento a los 30 días de cultivo en medio de cultivo MS.

### Conclusiones

Se obtuvo la germinación de las semillas de *Lophiaris teaboana*. Las plántulas obtenidas se llevaron a las etapas de multiplicación y enraizamiento.

### Literatura citada

- Balam, R.; Carnevali, G.; Cetzal-Ix, W.; Duno, R. 2011. *Lophiaris tapiae*, a new species in the *Lophiaris oerstedii* complex (Orchidaceae) from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Acta Botánica Mexicana* 97:17-29.
- Balam, R.; Carnevali, G.; Cetzal-Ix, W.; Duno, R. 2018. Las orquídeas epífitas. *Bio Diversitas. Boletín Bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*. 138:1-6.
- Murashige, T.; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15:473-97.
- Soto-Arenas, M.A.; Solano-Gómez, R.; Hágsater, E. 2007. Risk of extinction and patterns of diversity loss in mexican orchid. *Lankesteriana*, 7(1-2): 114-121.

## LA TECNOLOGÍA NIR Y LA QUIMIOMETRÍA EN EL ESTUDIO DE CHOCOLATES

Proyecto en Matriz de Investigación: 548

Guerrero-Peña, A.<sup>1</sup>; Ovando-Lievano, E.<sup>2</sup>; Hernández-Nataren, E.<sup>1</sup>; Contreras-Oliva, A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados - Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina km 3.5. CP 86500  
Cárdenas, Tabasco, México

<sup>2</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus  
Tabasco. CP 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>3</sup>Colegio de Posgraduados - Campus Córdoba. km 348 carretera Federal Córdoba-Veracruz,  
Congregación Manuel León, Municipio de Amatlán de los Reyes, Ver. CP 94946  
Correo-e: [garmando@colpos.mx](mailto:garmando@colpos.mx)

**Palabras clave:** Chocolate, VIS-NIR-SWIR, modelos de clasificación, regresión multivariante.

### Introducción

El chocolate se elabora con granos de la mazorca del árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.) luego de someterse a un proceso de fermentación, secado y tostado (Moros et al., 2007). Aunque no siempre fue de esta manera porque los mayas lo utilizaban para preparar la bebida "xocoatl" (Parabhakaran, 2010), de la cual se originó la palabra chocolate. El chocolate y sus derivados se clasifican como productos con alta densidad energética respecto a su volumen. En la actualidad las investigaciones del cacao y del chocolate se orientan en los beneficios cardiovasculares como la regulación de la presión arterial y la función endotelial (Kerimi y Williamson, 2015; Naprta, 2015) y la nutrición (Afoakwa, 2010). Y esto justifica los estudios para establecer métodos analíticos para la autenticación de productos del cacao que pueden ser utilizado en tiempo real en el etiquetado y la certificación del producto. Además del interés en el área de la salud, la información es útil en la industria alimentaria para el desarrollo de productos con mayor valor comercial, en control de calidad, y/o fines reglamentarios.

La espectrometría de infrarrojo cercano (NIRS) es un método instrumental para adquirir espectros de alimentos y otros materiales mediante la irradiación con una fuente luminiscente. Los espectros adquiridos se utilizan para análisis cualitativo y/o cuantitativo. La NIRS es popular debido a la velocidad de análisis, poca o ninguna preparación de muestra, análisis múltiples con un solo escaneo y es un proceso de medición no destructivo. El método de análisis NIRS se basa en el hecho de que cada uno de los componentes químicos, físicos y biológicos de una muestra tiene propiedades de absorción en el infrarrojo cercano que se pueden utilizar para diferenciar un componente de los otros (Marten *et al.*, 1989; McClure y Tsuchikawa, 2006).

Massart (1997) define a la quimiometría como la disciplina química que utiliza las matemáticas, la estadística y la lógica formal para diseñar o seleccionar procedimientos experimentales óptimos, proporcionar la información química relevante con base en datos químicos y obtener conocimientos a partir de sistemas químicos. Dentro de la quimiometría pueden citarse EL diseño experimental y exploración de datos, los métodos de reconocimiento (clasificación), calibración multivariante y regresión simple entre otros.

La hipótesis es que la tecnología NIR genera información útil y suficiente para autenticar la variedad de cacao (forastero, trinitario o criollo) utilizado y la concentración de cacao en barras de chocolate.

## Materiales y Métodos

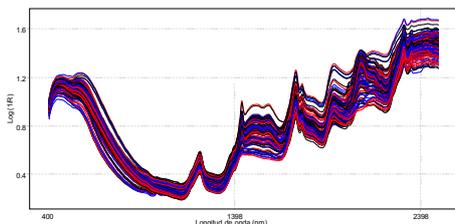
El estudio se realizó con un diseño descriptivo, transversal, prospectivo y no experimental (Méndez *et al.*, 2014). Para ello, se prepararon 120 barras de chocolate con concentraciones de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 % de cacao para cada una de las tres variedades (forastero, trinitario y criollo) con 5 repeticiones; mediante un método no probabilístico por conveniencia y las pruebas se realizaron en una ocasión. Las barras fueron de un tamaño similar a la celda porta muestras del NIRS, 24 cm<sup>3</sup> (muestras de -50 g).

Se utilizó un espectrofotómetro de reflectancia en el infrarrojo cercano-infrarrojo, marca Foss NIRSystems, modelo Versatile Agri Analyzer 6500 System II Vertical Type 461008. Para obtener los registros fue utilizado el programa ISISCAN (Infrasoft. 2008. ISIScan, Quick Start Guide for System II Analyzer. Version 2.81. Infrasoft International LLC. State College, PA USA). Para el análisis quimiométrico de los espectros se utilizó el programa Pirouette 4.11 (Chemometrics Software versión 4.5 para Windows de infometrix Inc. Copyright, 2007). Se utilizó el modelado independiente de clases (SIMCA) y la regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS).

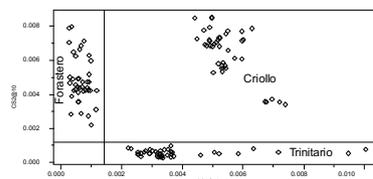
## Resultados y Discusión

La concentración de cacao, mínima y máxima, en las muestras, cumple lo establecido en la Norma Oficial Mexicana (NMX-F-061-1964 (SCFI. 1964), para chocolates de mesa, amargo, semi-amargo y dulce.

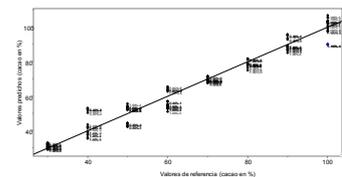
En la Figura 1 se presentan los espectros VIS-NIR-SWIR de las 120 muestras de chocolates elaborado con cacao forastero, trinitario y criollo, cada espectro representa 1050 variables, lo cual conforma una matriz de 120X1050 = 157500 datos. Los espectros fueron obtenidos directamente de las barras de chocolates (sin ningún tratamiento, no se secaron, molieron, ni tamizaron). Los resultados de la aplicación del (SIMCA) se presentan en la Figura 2; mientras que en la Figura 3 se presenta la correlación entre la concentración de referencia y la concentración estimada por PLS.



**Figura 1.** Espectros VIS-NIR-SWIR de muestras de chocolates elaborado con cacao forastero, trinitario y criollo, de Tabasco, México.



**Figura 2.** Clasificación de muestras de chocolates elaborado con cacao forastero, trinitario y criollo, de Tabasco, México, mediante SIMCA.



**Figura 3.** Predicción de la concentración de cacao en muestras de chocolates elaborado con cacao forastero, trinitario y criollo, de Tabasco, México, mediante PLS.

El tratamiento matemático para SIMCA fue una transformación por normalización y un preprocesado por autoescalado, y se utilizaron 9 factores en la modelación, para tener una eficiencia en la clasificación de los chocolates del 100 %, esto significa que el modelo clasifica las barras de chocolate por la variedad de cacao utilizada en su preparación. Para el PLS se aplicó una transformación por log 10 y un preprocesado por autoescalado y se usaron 6 factores en el modelo,

para lograr una correlación de 0.98 entre el valor de referencia (% de cacao) y el predicho (% de cacao).

Aunque todas las muestras presentan un perfil similar se observan diferencias en el valor del log del inverso de la reflectancia. Esto es suficiente para la obtención de modelos de clasificación y de predicción con la información generada por la espectroscopia de infrarrojo cercano, en los intervalos espectrales VIS-NIR-SWIR, de las muestras de chocolate de las variedades forastero, trinitario y criollo, de Tabasco, México. Con lo cual se demuestra que NIRS genera información útil y suficiente para autenticar la variedad de cacao (forastero, trinitario o criollo) utilizada y la concentración de cacao, en barras de chocolate.

## Conclusiones

La tecnología NIR genera información útil y suficiente para identificar el cacao utilizado en la preparación de las barras de chocolate, así como estimar la concentración de cacao en las mismas. Las barras de chocolate preparadas con cacao forastero, trinitario y criollo, de Tabasco, México fueron analizadas sin ninguna preparación; con lo cual la NIRS puede utilizarse en estudio en tiempo real durante el proceso de producción, para estudio de salud, agregación de valor y control de calidad, entre otras aplicaciones.

## Literatura citada

- Afoakwa, E. O. 2010. Chocolate Production and Consumption Patterns. Chocolate Science and Technology. Wiley-Blackwell, United Kingdom. 275 p.
- Kerimi, A.; Williamson, G. 2015. The cardiovascular benefits of dark chocolate. *Vascular Pharmacology* 71:11–15.
- Marten, G.C.; Shenk, J. S.; Barton, F. E. 1989. Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS): Analysis of Forage Quality. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 643 (revised with supplements), 110 p.
- Massart, D. L.; Vandeginste, B. G.; Buydens, L. M. 1997. Handbook of chemometrics and qualimetrics. part A. 2nd edition.
- McClure, W. F.; Tsuchikawa S. 2006. Instrument. In Y. Ozaki., W. F. McClure., & A. A. Christy (Eds). Near-Infrared Spectroscopy in Food Science and Ttechnology. (Chap. 4, pp. 75). Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. ISBN-13: 978-0-471-67201-2. DOI: 10.1002 / 9780470047705.
- Méndez, R. I.; Namihira G. D.; Moreno A. L.; Sosa de M. C. 2014. El Protocolo de Investigación: lineamientos para su elaboración y análisis. Editorial Trillas. México, D. F.
- Naprtá, M. 2015. Rise in “healthier”, “better for you” chocolate. *Agro FOOD Industry Hi Tech* - vol 26(3):16-18.
- Parabakaran, N. K. P. 2010. Cocoa (*Theobroma cacao* L.). The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World. Elsevier 368 p.

## COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS TROPICALES DURANTE LA ÉPOCA SECA EN CÁRDENAS, TABASCO

Proyecto en Matriz de Investigación: 556

Joaquín-Torres, B.M.<sup>1\*</sup>; Ramos-Juárez, J.A.<sup>1</sup>; Emilio Aranda-Ibáñez, E.M.<sup>1</sup>; Cadena-Villegas, S.<sup>1</sup>; Izquierdo-Reyes, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Periférico Carlos A. Molina s/n, Carretera Cárdenas-Huimanguillo Km 3, H. Cárdenas, Tabasco, C.P. 86500.

Correo-e: [joaquin.maurillo@colpos.mx](mailto:joaquin.maurillo@colpos.mx)

**Palabras clave:** Gramíneas forrajeras, Producción de forraje, Tasa de crecimiento.

### Introducción

Los forrajes son la fuente disponible más económica para la alimentación de rumiantes (Lascano *et al.*, 2002). Actualmente existen nuevas especies y cultivares de gramíneas forrajeras que superan en rendimiento de materia seca a los pastos nativos e introducidos (Garay-Martínez *et al.*, 2018), tal es el caso de las especies *Megathyrsus maximus* (antes *Panicum maximum*) cvs. Mombaza y Tanzania, y las especies del género *Urochloa* (antes *Brachiaria*), tales como *Urochloa brizantha* cvs. Insurgente, Toledo, MG5, entre otros, y más recientemente, se ha liberado la especie *Urochloa híbrido* cvs. Mulato II, Cobra, Camello, Cayman, Blend, entre otros, los cuales presentan buenas características agronómicas y zootécnicas, con rendimiento altos de materia seca, hasta cerca de 30 t de MS ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> (Dias-Pilho, 2002; Enríquez *et al.*, 2015). Estos nuevos cultivares de gramíneas forrajeras son una opción para incrementar la producción y disponibilidad de forraje durante todo el año; sin embargo, es necesario evaluar su adaptación y producción de materia seca y calidad para probar si son una alternativa potencial para su recomendación para la ganadería de la región de la Chontalpa.

### Materiales y Métodos

El estudio se realizó, en condiciones de temporal, en el Campo Experimental km 21 del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. La siembra de las gramíneas se realizó en agosto de 2019, empleando semilla botánica, en surcos distanciados a 0.50 m y 0.50 m entre plantas. Se evaluaron ocho cultivares de gramíneas forrajeras: *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, *Urochloa decumbens* cv. Chontalpa, *Urochloa híbrido* cvs. Mulato II, Caymán, Blend, Camello y 1467, y *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza, durante la época seca (marzo-mayo de 2020). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con medidas repetidas y cuatro repeticiones por tratamiento, siendo el número de cortes el factor de medidas repetidas. La cosecha de forraje se realizó cada 30 días después del rebrote. Las variables evaluadas fueron la altura de planta (AP, cm), rendimiento de materia verde (RMV, kg ha<sup>-1</sup>), rendimiento de materia seca (RMS, kg ha<sup>-1</sup>), tasa de crecimiento (TC, kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) y rendimiento de los componentes morfológicos: lamina (RL), vaina (RV) y tallo (RT).

Los datos se sometieron a un análisis de varianza para probar diferencias entre tratamientos, con base en el diseño de bloques completos al azar con medidas repetidas, utilizando el procedimiento Proc Mixed. La comparación de medias de tratamientos, se efectuó mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% (SAS, 2011).

## Resultados y Discusión

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables evaluadas ( $P < 0.01$ ). Los valores más altos de RMV (5,890, 5,515, 5,385 y 5,003 kg MV ha<sup>-1</sup>) se obtuvieron con los cultivares Insurgente, Cayman, Blend y Camello, respectivamente, con un promedio de 22 % de materia seca. Un comportamiento similar al anterior se observó en el rendimiento de materia seca, donde los valores mayores (1,357, 1,155, 1,133 y 1,079 kg MS ha<sup>-1</sup>) ocurrieron con los cultivares Insurgente, Camello, Cayman y Blend, respectivamente (Cuadro 1). Estos resultados son superiores a los reportados por otros autores; por ejemplo, Garay-Martínez *et al.* (2018) para el cultivar Cayman, durante la época seca, reportaron un rendimiento de 960 y 970 kg de MS ha<sup>-1</sup>, a 28 y 42 días, respectivamente. Esta diferencia puede deberse a las condiciones climáticas de precipitación y temperatura prevalecientes durante el desarrollo de la planta, así como a las características de cada cultivar y al manejo de la pradera durante el periodo de evaluación.

**Cuadro 1.** Rendimiento de forraje en materia verde, materia seca y porcentaje de materia seca de ocho gramíneas forrajeras tropicales, durante la época seca, en Cárdenas, Tabasco.

Especie y cultivar	Rendimiento de materia verde (kg ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de materia seca (kg ha <sup>-1</sup> )	Porcentaje de materia seca (%)
<i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza	4,380 ab	948 b	22 abc
<i>Urochloa híbrido</i> cv. Híbrido1467	4,519 ab	966 b	22 abc
<i>Urochloa híbrido</i> cv. Blend	5,385 ab	1,079 ab	20 c
<i>Urochloa híbrido</i> cv. Cayman	5,515 ab	1,133 ab	21 bc
<i>Urochloa híbrido</i> cv. Camello	5,003 ab	1,155 ab	23 a
<i>Urochloa híbrido</i> cv. Mulato	4,598 ab	997 b	22 abc
<i>Urochloa decumbens</i> cv. Chontalpo	4,075 b	904 b	22 ab
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente	5,890 a	1,357 a	23 a

Valores con distinta letra en la misma columna, indican diferencia estadística significativa (Tukey;  $P < 0.05$ ).

La mayor AP (72 cm) se obtuvo con el cultivar Mombaza; mientras que las TC más altas (37, 32, 31 y 30 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) se obtuvieron en los cultivares Insurgente, Camello, Cayman, y Blend, respectivamente (Cuadro 2). Resultados diferentes e inferiores fueron reportados por otros autores; por ejemplo, Martínez *et al.* (2008) para *B. humidicola* reportaron una tasa de crecimiento de 17, 11 y 6 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, durante los meses de marzo, abril y mayo, respectivamente. Las mayores tasas de crecimiento encontradas en el presente estudio indican que los cultivares evaluados tienen un buen potencial para producir forraje durante la época seca.

También se observó que los mayores RL (1,146, 911 y 893 kg MS ha<sup>-1</sup>) se obtuvieron con los cultivares Insurgente, Mulato II y Cayman, respectivamente. Los mayores RV (232 y 198 kg MS ha<sup>-1</sup>) se obtuvieron con los cultivares Camello y Chontalpo, respectivamente. Un comportamiento similar al anterior se observó con el RT, donde los cultivares Chontalpo y Camello presentaron la mayor cantidad de tallo, con valores de 134 y 110 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadro 2).

Los resultados encontrados en este estudio indican que los mejores cultivares son Insurgente, Mulato y Cayman, ya que estos cultivares fueron los que presentaron la mayor cantidad de hoja y materia seca total.

**Cuadro 2.** Altura de planta, tasa de crecimiento y componentes morfológicos de ocho gramíneas forrajeras tropicales, durante la época seca, en Cárdenas, Tabasco.

Especie y cultivar	AP (cm)	TC (kg MS ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	RL (kg Ms ha <sup>-1</sup> )	RV (kg MS ha <sup>-1</sup> )	RT (kg MS ha <sup>-1</sup> )
<i>Megathyrsus maximus</i> cv. Mombaza	72 a	26 b	851 b	96 cd	00 c
<i>Urochloa híbrido</i> cv. 1467	39 dc	26 b	764 bc	144 bcd	57 b
<i>Urochloa híbrido</i> cv. Blend	42 c	30 ab	876 b	150 bcd	54 b
<i>Urochloa híbrido</i> cv. Cayman	44 c	31 ab	893 ab	174 ab	65 b
<i>Urochloa híbrido</i> cv. Camello	34 d	32 ab	813 bc	232 a	110 a
<i>Urochloa híbrido</i> cv. Mulato II	41 c	27 b	911 ab	85 d	00 c
<i>Urochloa decumbens</i> cv. Chontalpo	56 b	25 b	572 ab	198 ab	134 a
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Insurgente	43 c	37 a	1,146 a	165 abc	46 b

Valores con distinta letra en la misma columna, indican diferencia estadística significativa (Tukey; P<0.05); AP= altura de planta; TC= tasa de crecimiento; RL= rendimiento de lámina; RV= rendimiento de vaina; RT= rendimiento de tallo.

### Conclusiones

Se concluye que los pastos *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, y *Urochloa híbrido* cvs Camello, Mulato, Cayman y Blend, son los que presentan mayor potencial para producción de materia seca, durante la época seca. Sin embargo, se recomienda seguir con la evaluación en las épocas de lluvias y nortes para determinar la distribución anual de la producción de forraje.

### Literatura citada

- Dias-Filho, M. B. 2002. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accesiones. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 37(4): 439-447.
- Enríquez, Q. J. F.; Hernández, G. A.; Quero, C. A. R.; Martínez, D. 2015. Producción y manejo de gramíneas tropicales para pastoreo en zonas inundables. INIFAP-Colegio de Postgraduados, primera edición. Folleto técnico 60 p.
- Garay-Martínez, J.R.; Joaquín-Cancino, S.; Estrada-Brouaillet, B.; Martínez-González, J. C.; Joaquín-Torres, B. M.; Limas-Martínez, A. G.; Hernández-Melendez, J. 2018. Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5(15): 373-581.
- Lascano, C.; Pérez-Corpoica, R.; Plazos, C.; Medrano-Corpoica, J.; Pérez-Corpoica, D.; Argel, P.J. 2002. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110), gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Villavicencio, Cali, Colombia 22 p.
- Martínez, M. D.; Hernández, G. A.; Enríquez, Q. J. F.; Pérez, P. J.; González, M. S. S.; Herrera, H. J. G. 2008. Producción de forrajes y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación.
- SAS (Statistical Analysis System). 2011. SAS User's Guide, Version 9.0. SAS Institute. Cary, NC, USA.

## COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO DEL CHILE AMASHITO ANTE EL DÉFICIT HÍDRICO

Proyectos en Matriz de Investigación: 518 y 547

Lagunes-Espinoza, L.C.<sup>1</sup>; Ricardez-Miranda, L.E.<sup>1</sup>; Hernández-Nataren, E.<sup>1</sup>; Palma-López D.J.<sup>1</sup>;  
Conde-Martínez, V.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>2</sup>Posgrado de Botánica, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Correo-e: [lagunesesc@colpos.mx](mailto:lagunesesc@colpos.mx)

**Palabras clave:** *Capsicum*, estrés hídrico, biomasa aérea, rendimiento, capsaicinoides

### Introducción

Entre las especies silvestres presentes en México, y con alta demanda para su consumo en fresco se encuentra *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*, conocido comúnmente en Tabasco como Amashito (González-Cortés *et al.*, 2015). Durante el desarrollo fenológico de este chile, características fisiológicas como la conductancia estomatal, el intercambio gaseoso y la acumulación de biomasa aérea y radical son afectadas por el exceso y el déficit hídrico (Martínez-Acosta *et al.*, 2020). Por lo que la exposición a condiciones ambientales adversas como las que se presentan anualmente en el estado de Tabasco, puede afectar la producción de esta especie, e influir en la supervivencia de sus poblaciones locales en condiciones naturales. El objetivo del estudio fue conocer el efecto del déficit hídrico aplicado durante la etapa vegetativa o desde floración, en la acumulación de biomasa y rendimiento de frutos de chile amashito.

### Materiales y Métodos

Dos experimentos independientes, ambos bajo un diseño completamente al azar en arreglo factorial 2 x 4 se establecieron bajo condiciones de invernadero. Los tratamientos fueron a) con y sin aplicación de déficit hídrico (DH) durante la etapa vegetativa (Experimento 1), y b) con y sin aplicación de DH desde el inicio de floración (Experimento 2). Cada uno con cuatro fechas de muestreo. Cada tratamiento estuvo conformado por grupos de 20 plantas. El tratamiento de DH consistió en la reducción del 50 % de agua aplicada al tratamiento a capacidad de campo (control, sin DH). En el Experimento 1, la aplicación del DH se realizó después del trasplante, y el primer muestreo de biomasa aérea y contenido relativo de agua (Barrs y Weatherley, 1962) fueron 30 días después, seguido de muestreos a los 60 y 90 días, y del último muestreo en la etapa de maduración de frutos (frutos rojos). Para el Experimento 2, el DH inició en la etapa de formación de botones florales, y los muestreos de biomasa y contenido relativo de agua iniciaron en la antesis, posteriormente cada 15 días, y el último hasta obtener frutos rojos, para completar cuatro muestreos. En ambos experimentos, las plantas en el tratamiento control se muestrearon en las mismas fechas. Al final en cada tratamiento por experimento, los frutos maduros de cada planta fueron recolectados durante el periodo de fructificación, se contaron, midieron el largo y ancho con un calibrador digital, y se pesaron en una balanza analítica para obtener el peso final por planta. La detección y cuantificación de capsaicinoides en frutos rojos (De la Cruz-Ricardez *et al.*, 2020) se realizó en un cromatógrafo de gases (GC) marca Varian modelo Saturno 2100T, acoplado a un espectrofotómetro de masas con triple cuadrupolo modo full scan (MS) y energía de ionización (EI) de 70eV, y el contenido se expresó en mg g<sup>-1</sup>.

Los datos por experimento, fueron sometidos a análisis de varianza, considerando los factores de régimen hídrico y fechas de muestreo. Cuando el ANAVA resultó significativo se aplicó la prueba de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## Resultados y Discusión

El resumen de los efectos del DH aplicado durante las etapas vegetativa y reproductiva de chile amashito se muestra en el Cuadro 1. El régimen hídrico aplicado afectó significativamente la biomasa aérea incluyendo el área foliar tanto en etapa vegetativa como reproductiva. Ambas variables son afectadas tanto por los días después del trasplante como por el DH aplicado. La biomasa aérea de las plantas de chile Amashito se incrementa conforme avanza la edad de la planta, siendo siempre mayor en el tratamiento sin DH. El déficit hídrico disminuyó la biomasa aérea durante todo el periodo de estudio. Esta reducción en biomasa aérea por efecto de un déficit hídrico ha sido observada en otras especies de *Capsicum* por Kulkarni y Phalke (2009). La disminución en biomasa aérea fue en parte el resultado del efecto negativo del déficit hídrico en el desarrollo del área foliar dado que restringe el área disponible para realizar el proceso fotosintético, lo cual se traduce en una reducción de biomasa tanto aérea, como de raíz (Kulkarni y Phalke, 2009; De la Cruz-Guzmán *et al.*, 2010). Este comportamiento es similar a los resultados obtenidos en *C. frutescens* L. y *C. annum* L., sometidos a las mismas condiciones de estrés (Nieto-Garibay *et al.*, 2009).

**Cuadro 1.** Resumen del efecto de la aplicación de un déficit hídrico en acumulación de biomasa, contenido relativo de agua, capsaicinoides y componentes del rendimiento de *C. annum* var. *glabriusculum*.

Característica	Déficit hídrico aplicado durante la etapa vegetativa	Déficit hídrico aplicado durante el inicio de floración
Días a maduración de frutos	<	>
Tamaño de frutos	Sin efecto	Sin efecto
Número de frutos/planta	<	Sin efecto
Peso de frutos/planta	<	Sin efecto
Área foliar	<	<
Área foliar específica	<	Sin efecto
Biomasa aérea (BA), PS	<	<
Contenido relativo de agua (CRA)	Sin efecto	Sin efecto
Capsaicina	Sin efecto	Sin efecto
Dihidrocapsaicina	Sin efecto	Sin efecto

En las plantas de chile sometidas a déficit hídrico durante la etapa vegetativa, el contenido relativo de agua (CRA) se mantuvo por encima de 70 % durante los primeros 114 días después del trasplante, lo que indica la tolerancia del chile Amashito a la desecación aún con déficit hídrico durante esta etapa. El DH aplicado al inicio y durante la etapa de floración no produjo efecto significativo en el contenido relativo del agua (CRA). Este resultado coincide con la respuesta de *C. chinense* al déficit hídrico que mantiene porcentajes de CRA >80 % tanto en etapa vegetativa como reproductiva, indicando su mayor tolerancia a este estrés respecto a otras especies de *Capsicum* (Okunlola *et al.*, 2017). El análisis de varianza mostró que el DH aplicado no afectó la concentración de capsaicinoides en ninguna de las etapas de desarrollo del chile amashito.

Los frutos requirieron menos días para madurar (6.1 días menos que los frutos de las plantas control) cuando el DH se aplicó en la etapa vegetativa. Pero el DH también redujo el número (39.0 %) y el

peso de frutos por planta (40.5 %), sin afectar el tamaño de frutos (largo y ancho). Durante la etapa reproductiva, el DH afectó significativamente los días a maduración de los frutos, sin embargo, esto no se observó en los otros componentes del rendimiento. En otros estudios se observan resultados similares, donde con una humedad aprovechable del 50 % el rendimiento en *C. chinense* Jacq. se reduce significativamente respecto al control (Quintal *et al.*, 2012).

## Conclusiones

El déficit hídrico aplicado durante las etapas vegetativa y reproductiva de chile Amashito redujo la biomasa aérea, el área foliar, sin afectar el contenido relativo de agua ni la concentración de capsaicinoides. El peso de fruto/planta fue afectado solo cuando el DH se aplicó durante la etapa vegetativa.

## Literatura citada

- Barrs, H. D.; Weatherley, P. E. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Aust. J. Biol Sci.* 24: 519–570.
- De la Cruz-Ricardez, D.; Ortiz-García, C. F.; Lagunes-Espinoza, L. C.; Torres-de la Cruz, M.; Hernández-Nataren, E. 2020. Compuestos fenólicos, carotenoides y capsaicinoides en frutos de *Capsicum* spp. de Tabasco, México. *Agrociencia* 54: 505-519.
- De la Cruz-Guzmán, G.; Arriaga-Frías, A.; Mandujano-Piña, M.; González Moreno, S. 2010. Efecto de la sequía sobre algunas variables hídricas y morfométricas en cinco genotipos de *amaranthus*. *Idesia*. 28: 87-95.
- González-Cortés, N.; Jiménez R. V.; Guerra E. C. B.; Silos H. E.; Payro de la C. E. 2015. Germinación del chile amashito (*Capsicum annum* L. var. *glabriusculum*) en el sureste mexicano. *Rev. Mexicana Cien. Agric.* 11, 2211-2218.
- Kulkarni, M.; Phalke, S. 2009. Evaluating variability of root size system and its constitutive traits in hot pepper (*Capsicum annum* L.) under water stress. *Sci. Hort.* 120: 159–166.
- Martínez-Acosta, E.; Lagunes-Espinoza, L. C.; Castelán-Estrada, M.; Lara-Viveros, F.; Trejo, C. 2020. Leaf gas exchange and growth of *Capsicum annum* var. *glabriusculum* under conditions of flooding and water deficit. *Photosynthetica*. 58 (3): 873-880.
- Nieto-Garibay, A.; Troyo-Diéguez, E.; García-Hernández, J. L.; Murillo- Amador, B.; Ruiz-Espinoza, F. H.; Pimienta-Barrsi, E. 2009. Efecto del estrés hídrico edáfico en emergencia y desarrollo de plántula en las especies de chile *Capsicum frutescens* L. y *Capsicum annum* L. *Trop. Subtrop. Agroecosystems*, 10: 405-413.
- Okunlola, G. O.; Olatunji, O. A.; Akinwale, R. O.; Tariq, A.; Adelusi, A. A. 2017. Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum* spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. *Sci. Hort.* 224: 198-205.
- Quintal, O. W. C.; Pérez-Gutiérrez, A.; Latournerie Moreno, L.; May-Lara, C.; Ruiz Sánchez, E.; Martínez Chacón, A. J. 2012. Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Rev. Fitotec. Mex.* 35 (2): 155–160.

## EFFECT OF NITRATES ALONE OR WITH PACLOBUTRAZOL ON THE FLOWERING INDUCTION IN MANGO CV. TOMMY ATKINS

Proyecto en Matriz de Investigación: 496

Morales-Martínez, M.<sup>1</sup>; Moscoso-Ramírez, P.A.<sup>1\*</sup>; Castelán-Estrada, M.<sup>1</sup>; Contreras-Oliva, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. 86500. H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. 94946. Amatlán de los Reyes, Veracruz.  
Correo-e: [moscoso@colpos.mx](mailto:moscoso@colpos.mx)

**Palabras clave:** potassium nitrate, ammonium nitrate, floral induction, fruit quality

### Introduction

The mango flowering is a physiological process that onset the fruit production (Ramírez and Davenport, 2010) and it is the first of several events that set the stage for mango production each year (Rani, 2018). The flowering induction in mango orchards is an agricultural practice carried out on tropical conditions to obtain fruits out-of-season and reach better sale prices. The induction substances regularly applied are potassium nitrate (PN) (Maloba *et al.*, 2017) ammonium nitrate (AN) (Silva *et al.*, 2013) and PBZ (Bindu *et al.*, 2017; Narvariya and Singh, 2018), which are applied to improving yield and flowering in the tropics. Discrepancies observed in research results seem to be related to different environmental conditions, geographical zone, cultivar, dose, application interval and age of flush. Also, little information about the effect of nitrates and PBZ application on the flowering induction is documented in the tropical region of Mexican southern.

### Materials and Methods

This study was conducted on mango cv. Tommy Atkins at a commercial orchard located at the municipality of San Francisco Ixhuatán, Oaxaca, during the 2016-2017 season. The experiment included fourteen treatments with 2, 4, and 6 % PN and 2, 3 and 4 % AN applied combined with PBZ (1 g of a.i. m<sup>-1</sup> of canopy diameter), paclobutrazol alone (1 g of a.i. m<sup>-1</sup> of canopy diameter) and a control (water), were arranged in a completely randomized design with three replicates. The experimental unit was integrated by two mango trees and each treatment was replicate three times. The application of PBZ to the soil was carried out when the second vegetative flush emerged after the previous harvest which was on July 6, 2016. The potassium and ammonium nitrate applications were carried out when the buds of the last vegetative flush reached the second stage of development (Pérez-Barraza *et al.*, 2009). Both nitrates were applied twice; the first one on September 16 and the second one on September 21, 2016. When the inflorescence emerged, days to flowering (d) and panicle number were recorded.

Days to flowering were obtained counting the days elapse after the last application of nitrate to blooming beginning. Panicle number were registered each seven days at morning since the first panicle was observed, quantifying the total number of panicles per tree. Data were statistically analyzed by ANOVA employing SAS software.

### Results and Discussion

The floral induction was improved: PBZ followed by foliar application PN 2 %, 4 % or 6 % induced flowering 16 days after treatments. Likewise, the major number of emerged panicles were obtained

with PBZ + PN 6 %. PBZ followed by foliar application of nitrates induced flowering and enhanced the number developed panicles in mango cv. Tommy Atkins. It is known that nitrates have action on the bud dormancy breaking (Ionescu *et al.*, 2017) by increasing the activity of nitrate reductase and stimulating the production of ethylene (Patoliya *et al.*, 2017).

**Table 1.** Effect of nitrates alone or with paclobutrazol on the flowering induction of mango cv. Tommy Atkins at Oaxaca, Mexico.

Treatments	Days to flowering after treatment (d)	Treatments	Days to flowering <sup>†</sup> after treatment (d)
Control	107.0 ± 0 a	Control	107.0 ± 0 a
PN 2 %	76.6 ± 19.1 ab	AN 2 %	77.8 ± 18.4 ab
PN 4 %	54.5 ± 17.2 bc	AN 3 %	81.3 ± 16.2 ab
PN 6 %	61.5 ± 20.3 b	AN 4 %	104.8 ± 12.8 a
PBZ	72.0 ± 15.6 ab	PBZ	72.0 ± 15.6 ab
PBZ + PN 2 %	16.0 ± 0.0 c	PBZ + AN 2 %	18.3 ± 1.4 c
PBZ + PN 4 %	16.0 ± 0.0 c	PBZ + AN 3 %	17.8 ± 1.2 c
PBZ + PN 6 %	16.0 ± 0.0 c	PBZ + AN 4 %	19.5 ± 2.3 c

For each nitrate, mean values ± standard error of mean (SEM) with different letters are statistically different (Fisher;  $p \leq 0.05$ ).

<sup>†</sup> Days to flowering were obtained counting the days elapse after the last application of nitrate to blooming beginning.

We confirmed in this research work, that the application of PBZ in sequential combination with PN suggests a synergistic effect between them, which agrees with Rebolledo-Martínez *et al.* (2008) who mentioned that the earlier appearance of the inflorescences in treated plants with PBZ plus PN might be due to the synergistic action between PBZ and nitrate to induce flowering.

Also, it is generally believed that PBZ is a gibberellin inhibitor reducing the vegetative promoter level and thus stimulates flowering shoots of fruit crops (Burondkar *et al.*, 2016).

**Table 2.** Effect of nitrates alone or with paclobutrazol on the number of developed panicles on mango cv. Tommy Atkins at Oaxaca, Mexico.

Treatment	Number of developed panicles <sup>†</sup>	Treatment	Number of developed panicles <sup>†</sup>
Control	136.0 ± 58.38 bc	Control	136.0 ± 58.38 a
PN 2 %	35.2 ± 2.85 d	AN 2 %	21.7 ± 5.08 b
PN 4 %	29.2 ± 7.82 d	AN 3 %	27.0 ± 2.73 b
PN 6 %	21.0 ± 7.84b d	AN 4 %	33.2 ± 9.82 b
PBZ	84.3 ± 28.85 bcd	PBZ	84.3 ± 28.85 ab
PBZ + PN 2 %	156.6 ± 48.44 b	PBZ + AN 2 %	107.75 ± 14.61 a
PBZ + PN 4 %	103.0 ± 28.39 bcd	PBZ + AN 3 %	28.0 ± 9.86 b
PBZ + PN 6 %	288.5 ± 75.17 a	PBZ + AN 4 %	136.5 ± 42.67 a

For each nitrate, mean values ± standard error of mean (SEM) with different letter are statistically different (Fisher,  $p < 0.05$ ).

<sup>†</sup> The number of developed panicles were counted each seven days since the first emerged panicle until the last emerged panicle.

## Conclusions

PBZ followed by foliar application of nitrates, induced flowering and enhanced the number developed panicles and it might be used as an alternative to induce flowering of mango trees cv. Tommy Atkins in the mango growing tropical regions of the world.

## References

- Bindu, G.V.; Sharma, M.; Upreti, K.K. 2017. Polyamine and ethylene changes during floral initiation in response to paclobutrazol in mango (*Mangifera indica* L.). Int. J. Environment. Agric. Res. 3: 34-40.
- Burondkar, M.M.; Upreti, K.K.; Bhave, S.G. 2016. Hormonal changes during flowering in response to paclobutrazol application in mango cv. Alphonso under konkan conditions. Indian J. Plant physiol. 21: 306-311.
- Ionescu, I.A.; Moller, B.L.; Sanchez-Perez, R. 2017. Chemical control of flowering time. J. Exp. Botany 68: 369-382.
- Maloba, S.; Ambuko, J.; Hutchinson, M.; Owino, W. 2017. Off-Season Flower Induction in Mango Fruits Using Ethephon and Potassium Nitrate. J. Agr. Sci. 9: 158-167.
- Narvariya, S.S.; Singh, C.P. 2018. Cultar (P333) a boon for mango production- a review. Int. J. Curr. Microbiol App. Sci. 7: 1552-1562.
- Patoliya, R.M.; Tandel, B.M.; Patil, S.J.; Patel, N.K. 2017. Response of foliar spray of different chemicals on flowering and fruit retention of dashehari mango under ultrahigh density plantation. Int. J. Chem. Studies. 5: 1285-1287.
- Ramírez, F.; Davenport, T.L. 2010. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. Scientia Hort. 126: 65-72.
- Rani, U.K. 2018. Advances in crop regulation in mango (*Mangifera indica* L.). Int. J. Curr. Microbiol. App.Sci. 7: 35-42.
- Rebolledo-Martínez, A.; Del Ángel-Pérez, A.L.; Moreno, J.R. 2008. Effects of Paclobutrazol and KNO<sub>3</sub> over flowering and fruit quality in two cultivars of mango Manila. Interciencia 33: 518-522.
- Silva, G.J.N.; Souza, E.M.; Rodrigues, J.D.; Ono, E.O.; Mouco, M.A.C. 2013. Floral induction of mango "Tommy Atkins" at submedio Sao Francisco Region, Brazil. Acta Hort. 992: 149-153.

## DISPERSIÓN DEL HUANGLONGBING EN HUIMANGUILLO, TABASCO

Yzquierdo-Alvarez, M. E.<sup>1</sup>; Ortiz-García, C. F.<sup>1</sup>; Rincón-Ramírez J. A.<sup>1</sup>; Loeza-Kuk, E.<sup>2</sup>; López-Olguín, J. F.<sup>3</sup>; Aceves-Navarro, L. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Mocochoá, Yucatán. CP 97454, México.

<sup>3</sup>Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Ciudad Universitaria, Puebla, Puebla. CP 72570, México  
Correo-e: [cfortiz@colpos.mx](mailto:cfortiz@colpos.mx)

**Palabras clave:** Dinámica poblacional, Psílido asiático de los cítricos, HLB, ARCOs.

### Introducción

En México se cultivan cerca de 600 mil hectáreas de cítricos, de los cuales el 19 % corresponden al cultivo de limón Persa, con un valor cercano a 3 mil 800 millones de pesos; siendo Veracruz, Tabasco y Oaxaca los principales estados productores de México. Esta producción se mantiene en riesgo debido a la presencia del Huanglongbing (HLB), de su vector -el psílido asiático de los cítricos- *Diaphorina citri* y por a las pérdidas económicas que esta enfermedad puede generar, p. e. en Colima se ha reportado pérdidas productivas del 62% en limón mexicano (Robles-González *et al.*, 2013) y en Yucatán del 17% en limón persa (Flores-Sánchez *et al.*, 2015). La llegada del HLB en Tabasco se reportó a finales del 2012 asociada a la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas) (Trujillo-Arriaga, 2012). Considerando que el estado de Tabasco, fue declarado desde 2012 como zona bajo control fitosanitario debido a la presencia del HLB, su manejo se lleva a cabo mediante la adopción de la estrategia de Áreas Regionales de Control (ARCOs), que incluye actividades de vigilancia epidemiológica en huertos comerciales y en traspatios, eliminación de plantas infectadas, monitoreo sistemático catorcenal de *D. citri* y recomendaciones de control principalmente con aplicaciones químicas y recuperación de áreas dañadas con el uso de plantas certificadas (SENASICA, 2018). A ocho años de la llegada de este patógeno, y a cinco años del manejo del HLB con los criterios del ARCOs, no se ha analizado el impacto en la dispersión del HLB en la zona citrícola de Huimanguillo. Razón por la cual este estudio tuvo por objetivo de determinar la distribución del HLB y la abundancia de *D. citri* en la zona citrícola del municipio de Huimanguillo, Tabasco.

### Materiales y Métodos

El área de estudio comprendió el ARCOs 1 en la zona citrícola de la sabana ubicada al centro-sureste del municipio de Huimanguillo, que está localizada entre las coordenadas geográficas extremas: 17.95° y 17.57° latitud norte, y -93.43° y -93.76° de longitud oeste. Para el desarrollo del estudio, se analizaron las bases de datos oficiales de las detecciones moleculares positivas a HLB-CLas en plantas e insectos del 2012 a 2019, además del número de *D. citri* capturadas en trampas de impacto, amarillas y pegajosas del monitoreo catorcenal de 141 sitios de observación de 2015 a 2019 y el registro histórico de las aplicaciones químicas realizadas en el ARCOs. Información generada y facilitada por el Comité Estatal de sanidad Vegetal de Tabasco.

Las detecciones de HLB y la fluctuación de *D. citri* se analizaron de manera espacio-temporal, para la elaboración de los documentos cartográficos, así como el análisis y almacenamiento de la información geográfica se utilizó el programa Quantum Gis (QGIS) versión 3.12.1 (QGIS, 2009).

Así mismo, se determinó el patrón de dispersión de las plantas con HLB y de *D citri* mediante el cálculo de cuatro índices. Para la dispersión de HLB se aplicó el índice de vecino más cercano y para *D. citri* se aplicaron los índices relación varianza-media, coeficiente de Green y la Ley de Potencia de Taylor. Los datos fueron analizados con el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI (Statpoint Technologies, USA).

## Resultados y Discusión

Se encontró que el HLB en la zona citrícola de Huimanguillo se ha dispersado dentro de un cuadrante, con vértice en la parte sureste de la zona citrícola, lugar de las detecciones iniciales con un avance máximo de 22 km lineales. Las detecciones de plantas positivas que se presentaron en la zona muestran un patrón de dispersión aleatorio, contemplando que el efecto de la eliminación de las plantas positivas, por cada detección posiblemente mantuvo un bajo nivel de incidencia, ya que a niveles de incidencia bajos de HLB predomina una distribución espacial aleatoria de árboles enfermos (Gottwald *et al.*, 1991).

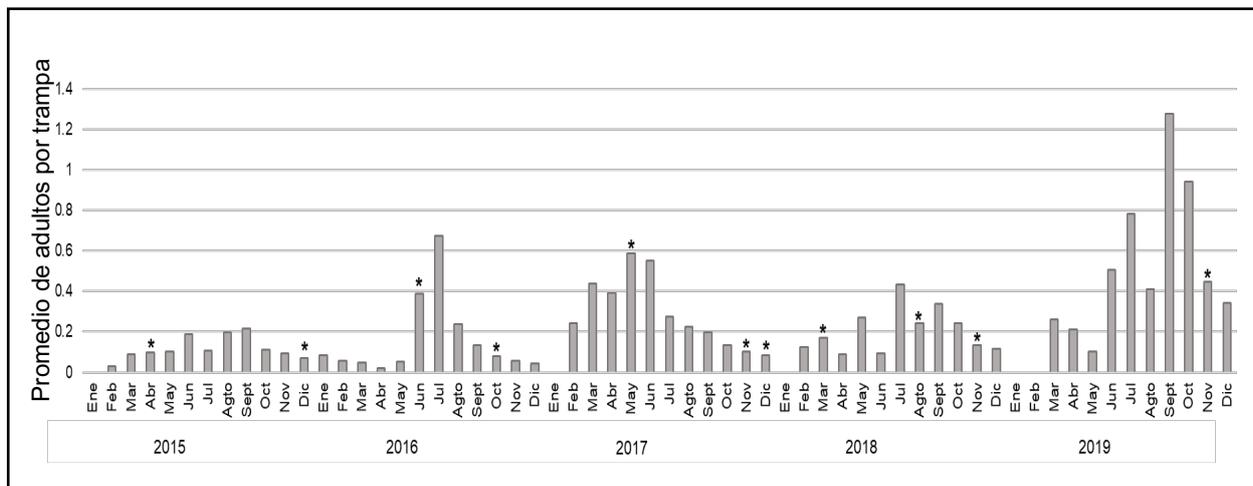


Figura 1. Fluctuación de *Diaphorina citri* en la zona citrícola de Huimanguillo, Tabasco de 2015 a 2019.

\* Aplicaciones químicas regionales (ARCOs).

Por otro lado, *D. citri* está presente durante todo el año en toda la zona citrícola. Las densidades poblacionales muestran un aumento a partir del mes de marzo con mayores densidades en el verano que incluye los meses de junio a septiembre (Figura 1); además de que se supera el umbral de intervención utilizado en las Américas de 0.2 insectos por trampa por muestreo (Monzó *et al.*, 2015), posteriormente se observa una disminución gradual en las densidades poblacionales a partir del mes de octubre, en diciembre y febrero se registran las densidades poblacionales más bajas, lo que coincide con el reporte de Hernández-Landa *et al.* (2013) para Veracruz, encontraron que los adultos de *D. citri* están presentes durante todo el año, con un pico poblacional en verano. Así mismo, se observó que las aplicaciones regionales se realizaron mayormente al final del otoño y principios de invierno por lo que su efecto puede estar más asociado a reducir las poblaciones de *D. citri* con carga bacteriana que a impactar las altas densidades que se presentaban en el verano. En lo que respecta al patrón de distribución, en los tres índices evaluados se encontró que *D. citri* presenta un patrón de dispersión en agregados en la zona citrícola de Huimanguillo.

## Conclusiones

El HLB a ocho años de presencia en la zona citrícola se ha detectado solo en el 21 % de las comunidades (17/78) con baja incidencia por plantación y un patrón de dispersión aleatorio. *Diaphorina citri* se encuentra en todas las comunidades citrícolas, con un patrón de distribución en agregados. Sus poblaciones están presentes durante todo el año con mayores densidades en el verano. Los efectos del manejo en las poblaciones de *D. citri* varían entre los años. Las aplicaciones de insecticidas se han realizado preferentemente a finales del otoño o al inicio del invierno, lo que no impacta en la abundancia de *D. citri* en verano, sin embargo, afectan a las poblaciones de invierno (con mayor carga bacteriana) lo que explicaría la baja dispersión regional del HLB.

## Literatura citada

- Flores-Sánchez, J. L.; Mora-Aguilera, G.; Loeza-Kuk, E.; López-Arroyo, J. I.; Domínguez-Monge, S.; Acevedo-Sánchez, G.; P. Robles-García. 2015. Pérdidas en producción inducidas por *Candidatus Liberibacter asiaticus* en limón persa, en Yucatán México. Revista mexicana de fitopatología, 33(2): 195-210.
- Gottwald, T. R.; Aubert, B.; K. L. Huang. 1991. Spatial pattern analysis of citrus greening in Shantou, China. In International Organization of Citrus Virologists Conference Proceedings (1957-2010) (Vol. 11, No. 11).
- Hernández-Landa, L.; López-Collado, J.; García-García, C. G.; Osorio-Acosta, F.; M. E. Nava-Tablada. 2013. Dinámica espacio-temporal de *Diaphorina citri* Kuwayama (hemiptera: psyllidae) en *Murraya paniculata* (L.) Jack en Cuiclahuac, Veracruz. Acta zoológica mexicana, 29(2), 334-345.
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 1984. Carta de efectos climáticos.
- Monzó, C.; Arevalo, H. A.; Jones, M. M.; Vanaclocha, P.; Croxton, S. D.; Qureshi, J. A.; P. A. Stansly. 2015. Sampling methods for detection and monitoring of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). Environmental entomology, 44(3): 780-788. <https://doi.org/10.1093/ee/nvv032>
- Robles-González, M. M.; Velázquez-Monreal, J. J.; Manzanilla-Ramírez, M. A.; Orozco-Santos, M.; Medina-Urrutia, V. M.; López-Arroyo, J. I.; R. Flores-Virgen. 2013. Síntomas del Huanglongbing (HLB) en limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) y su dispersión en el estado de Colima, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 19(1): 15-31.
- QGIS. org. 2009. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. Disponible en: <https://qgis.org/es/site/>
- SENASICA, (Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2018. Manual operativo de la campaña contra el Huanglongbing de los cítricos. Consultado en línea [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/262579/Manual\\_Operativo\\_contra\\_Huanglongbing\\_de\\_lo\\_s\\_c\\_tricos.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/262579/Manual_Operativo_contra_Huanglongbing_de_lo_s_c_tricos.pdf)
- Trujillo-Arriaga, J. 2012. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Oficio B00.01,02,01,01./.-12767. Aviso No. 189. Zona bajo control fitosanitario. 13 de diciembre de 2012. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/346568/12767\\_AVISO\\_189\\_TABASCO\\_ZONA\\_BAJO\\_CONTROL\\_FITOSANITARIO\\_HLB.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/346568/12767_AVISO_189_TABASCO_ZONA_BAJO_CONTROL_FITOSANITARIO_HLB.pdf) (consultado 22 de junio de 2020).

## EVALUACIÓN DE REPOBLACIONES NATURAL DE MANGLARES EN EL EJIDO LA SOLUCIÓN SOMOS TODOS, PARAÍSO, TABASCO

Proyecto en Matriz de Investigación: 477

Sol-Sánchez, A.<sup>1</sup>; Vidal-Morales, M. M<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados. Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco. Km 3.5 carretera Cárdenas-Huimanguillo. Periférico Carlos Molina

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico Superior de la venta Tabasco. Tesis de Licenciatura  
Correo-e: [sol@colpos.mx](mailto:sol@colpos.mx)

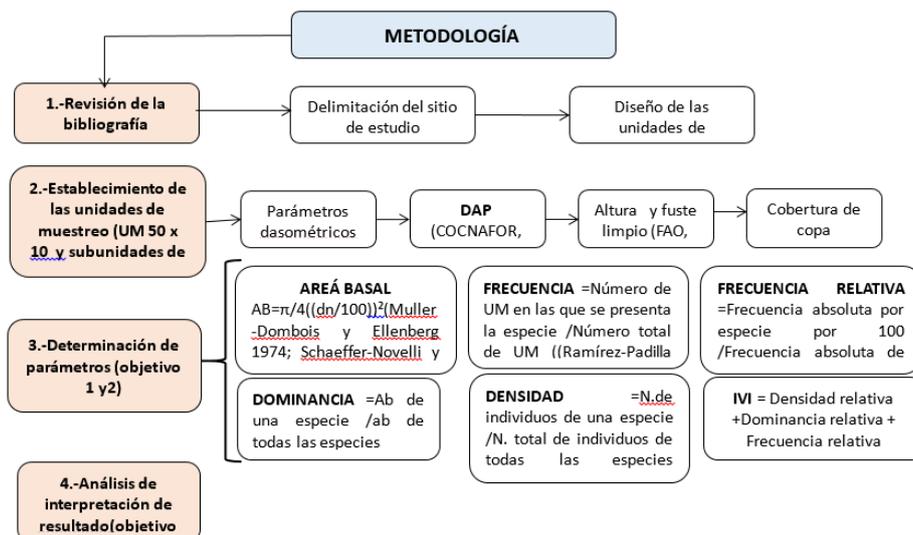
**Palabras clave:** manglar, sucesión, ejido, paraíso, rodal

### Introducción

La superficie de manglares en México para el año 2015 fue de 775,555 ha, distribuidos en los 17 estados costeros del país y de los cuales Tabasco contribuyó con 45, 410 ha. Haciendo un análisis del comportamiento general de la superficie de manglar, esta se ha reducido, aunque en el estado de Tabasco muestra incrementos en forma gradual. La razón principal de este aumento de superficie ha sido la apertura de caminos y canales para actividades petroleras, pero también el ingreso de agua salada del océano al continente por la fuerza mareas, creando así el micro hábitat para el desarrollo de poblaciones de mangle de las diversas especies que existen en el estado (CONABIO, 2009; CONABIO, 2013).

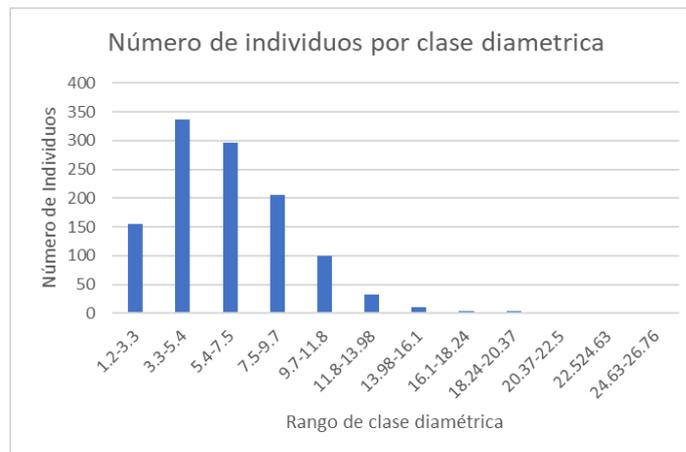
### Métodos

Se establecieron tres unidades de muestreo, con 5 subunidades por cada unidad las cuales se establecieron con medias de 10 m x10m para el desarrollo de la investigación. Las variables evaluadas fueron altura, DAP, cobertura y altura de fuste (Rodríguez Zúñiga *et al.*, 2018). Los sitios elegidos corresponden a áreas en sucesión natural



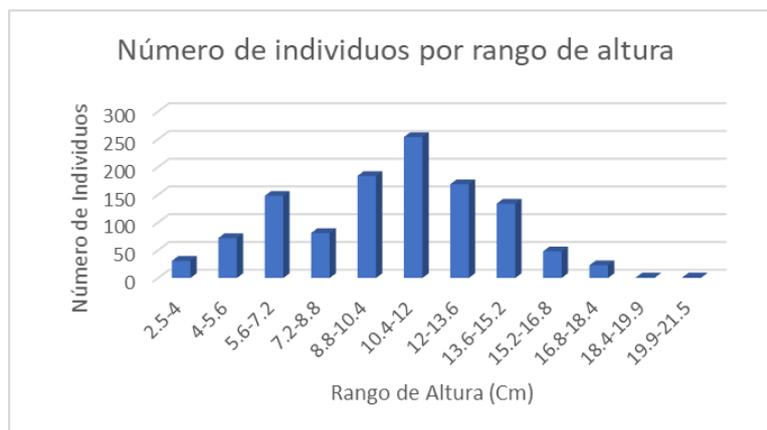
## Resultados y Discusión

Se obtuvo un total de 1,146 individuos, de los cuales 1069 corresponden a Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y 77 a mangle negro (*Avicennia germinans*), los cuales se agruparon en 12 clases diamétricas. Las clases diamétricas más frecuentes fueron cinco que engloban diámetros de 1.2 cm a 11.8 cm. Siendo la de 3.3 a 5.5 la que mayor número de individuos albergo. Tomando en consideración que la especie dominante es el mangle blanco, entonces los individuos muestreados no corresponden a individuos pioneros sino de regeneración después de un primer turno, mismo que se han manejado para obtener solo individuos de interés con potencial económico (Figura 1). Un alto porcentaje de los individuos muestreados presentaron similitud de caracteres en las variables evaluadas, lo que hace pensar que proveniente de generaciones similares o coetáneas, pero han sido influenciados por la cantidad de sol, porcentaje de sal, y propiedades del suelo. Solo 52 individuos no comparten similitud con el resto del grupo.



**Figura 1.** Relación de individuos, por clase diamétrica de mangle en los sitios muestreados. Ejido La solución somos todos paraíso Tabasco.

En relación a la altura de los individuos, las frecuencias más repetidas se sitúan entre 8.8 y 13.6, la cual estuvo representada por 607 Individuos. En general la mayor altura de los arboles muestreados se situaron entre 0.4 y 12 m de altura (Figura 2).



**Figura 1.** Relación de individuos de mangle por rango de altura en los sitios muestreados. Ejido La solución somos todos paraíso Tabasco.

## Conclusiones

De acuerdo a la información generada en el estudio realizado, queda de manifiesto que la introducción de agua salada al continente favorece la colonización por manglar, dado que el sitio donde se realizó el trabajo estaba cubierto por pastos nativos como el pelillo y manatí (*Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicalis*) y especies cultivadas como el zacate insurgente (*Brachiaria brizantha*) las cuales fueron eliminados con la inundación de año 1983.

En relación al desarrollo sucesional, se infiere que la población de mangle blanco es de tipo coetáneo, dado que la similitud en altura y diámetros son muy cercanas. Esta coetaneidad se debe a que el mayor porcentaje de árboles proviene de una misma época o edad.

## Literatura citada

- CONABIO. 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 p.
- CONABIO, 2013. Manglares de México extensión, distribución y monitoreo. Número de Páginas, editorial; México. [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/.../pdf/manglares\\_de\\_mexico\\_1](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/.../pdf/manglares_de_mexico_1). 16/octubre/2018
- Rodríguez Zúñiga M. T.; Villeda Chávez, E.; Vázquez-Lule, A. D.; Bejarano, M.; Cruz López, M. I.; Olguín, M.; Villela Gaytán, S. A.; Flores, R. (Coordinadores). 2018. Métodos para la caracterización de los manglares mexicanos: un enfoque espacial multiescala. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. p. 272.

## EVALUACIÓN AGROINDUSTRIAL DE 12 VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*)

**Proyecto en Matriz de Investigación:** 484 Evaluación, Selección, Multiplicación de Híbridos y Clones de la Caña de Azúcar (*Saccharum spp*) obtenidos a partir de siembra de semilla Botánica (fuzz).

Valdez-Balero, A.<sup>1</sup>; Espitia-Torres, I.<sup>2</sup>; Gamas-Jiménez, J.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Profesor Investigador del Campus Tabasco

<sup>2</sup>Técnicos de la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar del ingenio Pdte. Benito Juárez, A. C.

Correo-e: [apoloniouvb@colpos.mx](mailto:apoloniouvb@colpos.mx)

**Palabras clave:** Selección, caña, azúcar, rendimiento, sacarosa, azúcar teórico.

### Introducción

El Mejoramiento Genético en caña de azúcar se realiza a través de la evaluación, selección y multiplicación de híbridos al inicio del proceso en 10 fases sucesivas, para recomendar una variedad como prometedora al final del proceso se requieren de 10 a 13 años de evaluación. En el sureste de México, en la actualidad se cultivan 100 mil ha, de las cuales el 70% de la superficie está cubierta con dos variedades la Mex 69-290 y CP 72-2086 (Senties, *et al.*, 2014), el rendimiento nacional es de 70 ton ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2020), mientras que en el sureste del país es de 50 ton ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2016), aunado a esto, los campos cañeros envejecidos, con problemas de enfermedades y con altos porcentajes de mezcla de variedades.

Esta problemática ocasiona pérdidas en perjuicio de productores e industriales. A partir del 2006, el Campus Tabasco del Colegio de Postgraduados inició el Programa de Mejoramiento Genético con el objetivo de seleccionar variedades que superen a las existentes en rendimiento de campo y en contenido de sacarosa. Para resolver esta problemática se evaluaron agroindustrialmente 12 variedades de caña de azúcar que han sobresalido en el proceso de selección.

### Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó en la parcela de la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar del ingenio Benito Juárez, A. C. en el Poblado C-27 de Cárdenas, Tab., que está ubicada en 18°00'37'' latitud N y 93°34'56'' longitud W. Se evaluaron 12 clones de caña de azúcar seleccionadas en el Campo Experimental del Campus Tabasco del Colegio de Postgraduados (COLPOSCTMEX 09-1433, LTMEX 94-02, MEX 95-59, EMEX 91-117, MEX 95-03, MOTZMEX 00-1192, MEX 95-35, MEX 09-82, EMEX 91-917, EMEX 96-35, M 1658-78 Y MEX 96-10).

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron variables agrícolas: población (se contaron los tallos existentes en 2 m de longitud), diámetro de tallo (se midió en la parte media del tallo), altura (se tomó desde la base del tallo hasta el último colar visible) y rendimiento de campo (se cosecharon, pesaron 10 tallos con cinco repeticiones en cada uno parcela en cada uno de los cuatro bloques); se consideraron las variables industriales: se enviaron muestras de 10 tallos al laboratorio de ingenio Benito Juárez utilizando el método de pol ratio, desde los 11 meses de edad, para elaborar la curva de madurez, se determinó: contenido de

sacarosa, pureza de jugo, fibra y azúcares reductores, así como, se calculó el rendimiento de azúcar teórico.

## Resultados y Discusión

En el Cuadro 1. se observan los datos de las características botánicas encontradas, existieron diferencias significativas entre variedades. Estadísticamente las variedades con menor longitud de tallo moledero fueron MEX 09-82 y MEX 96-10 y la que obtuvo mayor altura de tallo fue la variedad COLPOSCTMEX 09-1433.

En el diámetro de tallo existieron diferencias significativas, la variedad que obtuvo mayor diámetro fue la EMEX 96-35 y el resto fueron similares estadísticamente. En lo relativo al rendimiento de campo, existieron diferencias significativas entre variedades, las de mayor rendimiento fueron COLPOSCTMEX 09-1433 y LT MEX 94-02 y la de menor rendimiento fue la M 1659-78.

**Cuadro 1.** Características botánicas de las variedades en estudio

Variedad	Altura de tallo	Variedad	Diámetro de tallo (m)	Variedad	Rend. de campo (t.ha <sup>-1</sup> )
COLPOSCTMEX 09-1433	3.33 a	EMEX 96-35	3.78 a	COLPOSCTMEX 09-1433	141.9 a
M1658-78	3.22 ac	EMEX 91-917	3.53 ab	LT MEX 94-02	134.5 a
EMEX 96-35	3.11 abc	LT MEX 94-02	3.48 ab	MEX 95-59	124.5 ab
MEX 95-03	3.05 abc	COLPOSCTMEX 09-1433	3.40 ab	EMEX 91-117	118.3 abc
LT MEX 94-02	3.02 abc	MEX 95-03	3.30 ab	MOTZMEX 00-1192	114.8 abc
MEX 95-35	3.02 abc	MOTZMEX 00-1192	3.30 ab	MEX 09-82	109.4 bc
EMEX 91-117	2.97 abc	M 1658-78	3.23 ab	MEX 95-03	107.7 bc
MOTZMEX 00-1192	2.97 abc	EMEX 91-117	3.20 ab	MEX 95-35	102.5 bcd
MEX 95-59	2.95 abc	MEX 09-82	3.15 ab	EMEX 91-917	101.0 bcd
MEX 96-10	2.85 bc	MEX 95-35	3.15 ab	M 1658-78	84.2 cd
MEX 09-82	2.82 c	MEX 96-10	3.10 ab	EMEX 96-35	83.6 cd
EMEX91-917	2.82 c	MEX 95-59	2.85 b	MEX 96-10	70.2 d

Medias con la misma letra iguales no son estadísticamente diferentes

En el Cuadro 2, se observan los datos de las características industriales, en lo relativo a la variable sacarosa existieron diferencias significativas entre variedades, la de mayor contenido de sacarosa fue la variedad MEX 96-10 y las de menor contenido MEX 95-59, EMEX 91-917, MEX 09-82 y EMEX 91-917.

En lo relativo a la producción de azúcar teórico, existieron diferencias significativas entre variedades EMEX 96-35, M 1658-78 y MEX 96-10 mostraron los valores más bajos, mientras que la variedad COLPOSCTMEX 09-1433 mostró el valor más alto. En la variable contenido de fibra, no existieron diferencias significativas entre las variedades estudiadas.

## Conclusiones

Seis variedades de caña de azúcar evaluadas en el presente trabajo de investigación, que mostraron altos rendimientos de campo y fábrica, COLPOSCTMEX 09-1433, LTMEX 94-02, MEX 95-59, EMEX 91-117, MEX 95-03 y MOTZMEX 00-1192. Así como, es pertinente continuar su evaluación y multiplicación en la fase prueba semicomercial.

**Cuadro 2.** Características industriales de las variedades en evaluación

Variedad	Sacarosa (%)	Variedad	Azúcar teórico (t.ha <sup>-1</sup> )	Variedad	Fibra (%)
MEX 96-10	15.4 a	COLPOSCTMEX 09-1433	20.8 a	M 1658-78	13.5 a
COLPOSCTMEX 09-1433	14.7 b	LTMEX 94-02	17.8 ab	LTMEX 94-02	13.3 a
MEX 95-35	14.1 c	MEX 95-59	16.4 abc	COLPOSCTMEX 09-1433	13.2 a
MEX 95-03	13.4 d	EMEX 91-117	15.7 abc	EMEX 96-35	13.0 a
LTMEX 94-02	13.2 d	MEX 95-03	15.4 abc	MEX 95-35	12.5 a
MOTZMEX 00-1192	13.2 d	MOTZMEX 00-1192	15.2 abc	EMEX 91-917	12.4 a
EMEX 96-35	13.2 d	MEX 95-35	14.5 bc	MEX 95-03	12.4 a
M 1658-78	13.1 d	MEX 09-82	13.5 bc	MEX 09-82	12.3 a
MEX 95-59	12.5 e	EMEX 91-917	13.1 bc	EMEX 91-117	12.1 a
EMEX 91-917	12.4 e	EMEX 96-35	11.1 c	MEX 95-59	12.0 a
MEX 09-82	12.3 e	M 1658-78	11.0 c	MOTZMEX 00-1192	11.7 a
EMEX 91-117	12.2 e	MEX 96-10	10.8 c	MEX 96-10	11.7 a

Medias con la misma letra iguales no son estadísticamente diferentes

## Agradecimientos

A la Unión Local de Productores de Caña de Azúcar del ingenio Pte. Benito Juárez, A. C. por el financiamiento del proyecto “Generación de nuevas variedades de caña de azúcar”

## Literatura citada

- SAGARPA. 2016. Variedades con mejores rendimientos de las zonas cañeras en México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114367/Nota Informativa Febrero 2016 Variedades co n Mejores Rendimientos de las Zonas Ca eras en M xico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114367/Nota_Informativa_Febrero_2016_Variedades_con_Mejores_Rendimientos_de_las_Zonas_Ca_eras_en_M_xico.pdf). Consultado agosto 2020.
- Sentíes H. H. E.; Gómez M. F. C.; Valdez B. A.; Silva R. H. V.; Trejo T. L. I. 2014. The Agro- industrial Sugarcane System in Mexico: Current Status, Challenges and Opportunities. Journal of Agricultural Science.
- SIAP. 2020. Avance de siembras y cosechas. Resumen Nacional por Cultivo. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx). Consultado en 19 octubre 2020.

## DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE METALES PESADOS EN MIELES PRODUCIDAS EN EL ESTADO DE TABASCO

**Proyecto en Matriz de Investigación: 569**

Almeida-Córdova, J.I.<sup>1</sup>; Reyes-Rosas, J.L.<sup>2</sup>; Sol Sánchez, A.<sup>1</sup>; y Zaldívar-Cruz, J.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Producción Agroalimentaria en el Trópico. Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. 86500 H. Cárdenas, Tabasco.;

<sup>2</sup>Federal Química S.A DE C.V.

Correo-e: [zaldivar@colpos.mx](mailto:zaldivar@colpos.mx)

**Palabras clave:** Absorción atómica, Horno de grafito, Vapor frío, Digestión ácida.

### Introducción

La miel es una sustancia dulce y viscosa, producida principalmente por las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) a partir del néctar de diferentes flores y secreciones de plantas o insectos succionadores de plantas (Pohl *et al.*, 2008). La tendencia actual del mercado internacional de la miel se presenta cada vez con mayores exigencias en cuanto a calidad e inocuidad, por lo que es necesario promover todas las acciones posibles para producir mieles libres de residuos tóxicos (Montenegro *et al.*, 2008). La contaminación industrial, tecnológica, agropecuaria, minera y el uso indiscriminado de diversos fertilizantes químicos en el suelo con metales pesados provocan riesgos potenciales en las mieles y podrían originar serios problemas en la salud humana y animal (Londoño *et al.*, 2016).

Los metales pesados presentes en la atmósfera pueden depositarse en las abejas y ser transportados a la colmena en el polen, o absorbidos junto con el néctar de las flores (Singh *et al.*, 2014). La escasa información en México sobre el contenido de metales pesados en mieles hace necesaria la investigación sobre este tema. Por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de metales pesados (As, Cd, Hg y Pb), en las mieles producidas en el estado de Tabasco, obtenidas de muestras de apiarios de los municipios de Centla, Comalcalco, Huimanguillo, H. Cárdenas, Paraíso y Tenosique, mediante dos técnicas analíticas de absorción atómica.

### Materiales y Métodos

#### Recolección de muestras

Se colectaron 60 muestras de miel de los diferentes apiarios localizados en los municipios de Centla, Comalcalco, Cárdenas, Huimanguillo, Paraíso y Tenosique del estado de Tabasco; tomando 500 mg de miel directamente de las colmenas, durante los meses de Abril-Julio del 2019.

#### Reactivos empleados.

Los reactivos fueron HNO<sub>3</sub> al 70%, HCl al 38%, SnCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 30%, KMnO<sub>4</sub>, de grado suprapuro (J.T. Baker, España). Estándares grado absorción atómica de As, Cd, Hg y Pb (Karal, México). Modificadores de matriz Pd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (Perkin Elmer, USA), agua desionizada (AguaLab Científica, México, conductividad eléctrica de 0.056 µS/cm).

#### Preparación de las muestras

Se empleó 0.5 g de miel por cada muestra y el método EPA 3015A para la digestión ácida de muestras y soluciones acuosas, por horno de microondas: Los extractos resultantes se disolvieron con agua desionizada y se enrasaron a 100 mL para su análisis mediante Espectroscopía de absorción atómica por horno de grafito o Espectroscopía absorción atómica de vapor frío.

### Curvas de Calibración para As, Cd y Pb.

Las concentraciones utilizadas para las curvas de calibración de As, Cd y Pb fueron: 0, 2, 4, 6, 8 y 10  $\mu\text{gL}^{-1}$  (NOM-117-SSA1-1994). Las lecturas se realizaron en un Espectrofotómetro de absorción atómica (AAAnalyst 200 Perkin Elmer, USA), acoplado a una cámara de horno de grafito (HGA 900 Perkin Elmer, USA).

### Curva de Calibración para Hg.

Las concentraciones utilizadas del estándar de Hg fueron 0.5  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 0.75  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 1  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 2  $\mu\text{gL}^{-1}$ , 5  $\mu\text{gL}^{-1}$  y 10  $\mu\text{gL}^{-1}$  (NOM-117-SSA1-1994) y se leyeron en un Espectrofotómetro de absorción atómica de vapor frío (FIMS 400 Perkin Elmer, USA).

### Determinación de la presencia de metales pesados en las muestras de mieles.

Los extractos resultantes de la preparación de muestras (100 mL) se analizaron mediante Espectroscopía de absorción atómica por horno de grafito o Espectroscopía absorción atómica de vapor frío.

## Resultados y Discusión

### Estudio de linealidad

Los intervalos lineales de concentraciones de las disoluciones de referencia para la calibración obtenidos, fueron: 0.002 - 0.010  $\mu\text{g/L}$  para As, 0.002 - 0.010  $\mu\text{g/L}$  para el Pb, 0.002 - 0.010  $\mu\text{g/mL}$  para el Cd y 0.5 - 10  $\mu\text{g/L}$  para el Hg (Cuadro 1). Los coeficientes de variación de los factores de respuesta, para los cuatro elementos, fueron inferiores a 5%, lo que indica una buena linealidad.

### Límite de detección y cuantificación

Los límites de detección y cuantificación obtenidos (Cuadro 1) pueden considerarse aceptables (CCAYAC-CR-03/1).

### Determinación de la exactitud

Los porcentajes de recuperación para los cuatro metales analizados estuvieron entre 95 y 105%, lo que indica una buena exactitud en los procedimientos de digestión empleados (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Parámetros de la recta de regresión, coeficientes de variación de los factores de respuesta (CV), límites de detección (LD), límites de cuantificación (LC) y porcentaje de recuperación para Cd, Pb, Hg y As.

<b>Cd</b>	<b>Pb</b>	<b>Hg</b>	<b>As</b>
Y= 151.5x+0.024	Y= 7.1698x-0015	Y= 0.0188x-0.0013	Y= 5.22x-0.001
R <sup>2</sup> = 0.9969	R <sup>2</sup> = 0.9972	R <sup>2</sup> = 0.9966	R <sup>2</sup> = 0.9978
CV= 4.0000	CV= 3.6920	CV= 2.1234	CV= 4.0824
LD= 0.0024	LD= 0.0023	LD= 0.4292	LD= 0.0022
LC= 0.0030	LC= 0.0028	LC= 0.4892	LC= 0.0028
%REC.= 98.79	%REC.= 101.35	%REC.= 104.53	%REC.= 102.77

### Cuantificación de As, Cd, Hg y Pb

La concentración de los metales determinados en las mieles, se encuentran por debajo del límite permisible de acuerdo a la NOM-117-SSA1-1994 (Datos no mostrados). Las muestras de mieles del estado de Tabasco tienen menor contenido de metales pesados que los reportados para mieles de la región de Pomerania, Polonia (Przybylowski *et al.*, 2001) y de Croacia (Bilandžić *et al.*, 2011).

## Conclusiones

Las mieles producidas en el estado de Tabasco presentan concentraciones de metales pesados por debajo de los límites permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas, así como también del Codex Alimentarius y la Unión Europea.

## Literatura citada

- Bilandžić N.; Dokic M.; Sedak M.; Kolanovic B.S.; Varenina I.; Končurat A.; Rudan N. 2011. Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions. *Food Chemistry* 128(4): 1160-1164.
- CCAYAC-CR-03/1, Comisión de control analítico y ampliación de cobertura. Criterios para la validación Interna y Confirmación de métodos fisicoquímicos.
- Method 3015A. 2007. Microwave assisted acid digestion of aqueous samples and extracts. Washington, DC: Environmental Protection Agency.
- Londoño-Franco, L. F.; Londoño-Muñoz, P. T.; Muñoz-García, F. G. 2016. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial* 14(2): 145-153.
- Montenegro, G.; Fredes, C. 2008. Relación entre el origen floral y el perfil de elementos minerales en mieles chilenas. *Gayana. Botánica* 65(1): 122-125.
- NOM-117-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.
- Pohl, P. 2009. Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 28(1): 117-128.
- Przybyłowski, P.; Wilczyńska, A. 2001. Honey as an environmental marker. *Food Chemistry* 74: 289-291.
- Singh, C.; Shubharani, R.; Sivaram, V. 2014. Evaluación de metales pesados en miel por espectrómetro de absorción atómica. *SJIF* 3(8): 509-515.



**CRÉDITOS**

**Diseño**

LSC. Wendy Edith Sosa Pérez

H. Cárdenas, Tabasco, 23 de marzo de 2021



**SADER**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA  
Y DESARROLLO RURAL



# MEMORIA AVANCES DE INVESTIGACIÓN 2019-2020

COLPOS CAMPUS TABASCO

